

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Tese

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SILAGEM DE AZEVÉM (*Lolium multiflorum*,
LAM.) EM DIFERENTES TEMPOS DE DESIDRATAÇÃO DA MASSA VERDE EM
DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS**

Ana Carolina Fluck

Pelotas, 2016

Ana Carolina Fluck

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SILAGEM DE AZEVÉM (*Lolium multiflorum*,
LAM.) EM DIFERENTES TEMPOS DE DESIDRATAÇÃO DA MASSA VERDE EM
DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (área do conhecimento: Nutrição de Ruminantes).

Orientador: Prof. Dr. Hero Alfaya Junior
Co-orientador: Dr. Jorge Schafhäuser Junior

Pelotas, 2016

F646a

Fluck, Ana Carolina

avaliação nutricional da silagem de azevém (*Lolium multiflorum*, lam.) em diferentes tempos de desidratação da massa verde em diferentes estádios fenológicos / Ana Carolina Fluck. – 63f. : il. – Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, 2016. – Orientador Hero Alfaya Junior ; co-orientador: Jorge Schafhauser Junior.

1.Zootecnia. 2.Composição bromatológica.
3.Degradação ruminal. 4.Desidratação. 5.Forageira hibernal.
6.Silagem de pré-secado. I.Alfaya Junior, Hero.
II.Schafhäuser Junior, Jorge. III.Título.

CDD: 636.0862

Banca examinadora:

Prof. Dr. Hero Alfaya Junior. – Presidente;

Prof. Dr. Jamir Luís Silva da Silva – Embrapa Clima Temperado;

Prof. Dr. Stefani Macari – UFPEL;

Dr. Lisandre de Oliveira

Prof. Dr. Otoniel Geter Lauz Ferreira – UFPEL

Prof. Dr. Isabella Dias Barbosa da Silveira (Suplente) – UFPEL

Agradecimentos

Por todos momentos difíceis, alegres e descontraídos que tive durante o doutorado, quero agradecer a todos que estiveram ao meu lado; Minha família, meu filho lindo, minha maior obra, Antônio Henrique, tu foi a minha força de todos os dias. Ao Olmar, meu amor, companheiro, colega e “estagiário”, por todo apoio e ajuda em todos os momentos Meus pais, meu irmão e minhas avós, por sempre estarem ao meu lado. Ao meu vô Nelson, que me deixou durante essa caminhada, mas que não mediu esforços para que este sonho fosse realizado;

A equipe da Embrapa Clima Temperado, em especial ao meu co-orientador Jorge, o qual me deu todo o suporte para esse trabalho ser realizado com êxito;

A equipe Gerumen, ao pessoal do LabNutri, não só pela ajuda, mas por todas as risadas, que não foram poucas, tornando nosso trabalho mais leve;

Ao meu orientador Hero por abraçar todas as minhas ideias;

A Clemson University por todo suporte durante minha estada, em especial a minha orientadora Susan Duckett e equipe, Mariano e Gabriela, todo crescimento profissional adquirido foi especial para minha formação profissional;

A Capes pelo apoio financeiro, não só durante o outorado, mas pelo estágio de doutorado sanduíche.

Resumo

FLUCK, A. C. Avaliação nutricional da silagem de azevém (*Lolium multiflorum*, LAM.) em diferentes tempos de desidratação da massa verde em diferentes estádios fenológicos. 2016. 63f – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, RS, Brasil.

O presente estudo teve por objetivo avaliar a qualidade nutricional da silagem de azevém confeccionada em diferentes tempos de desidratação e em diferentes estádios fenológicos, como também determinar sua degradabilidade e curva de degradação ruminal. Para a confecção da silagem, foram aplicados 6 tratamentos distintos em diferentes momentos de desenvolvimento da forrageira: vegetativo: cortar e ensilar; cortar e ensilar após 4 hs de secagem; cortar e ensilar após 7 hs de secagem. Pré-florescimento: cortar e ensilar; cortar e ensilar após 4 hs de secagem; Florescimento: cortar e ensilar. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 4 repetições. Foram avaliados, composição química, digestibilidade *in vitro* e *in situ*, além da curva de degradabilidade ruminal. A desidratação auxiliou na perda de umidade da forragem, com perda de nitrogênio no vegetativo. A digestibilidade da massa ensilada de azevém foi influenciada, tanto pelos tempos de desidratação, quanto pela idade da planta. O uso da ensilagem no vegetativo apresenta vantagens quanto à qualidade química e degradabilidade ruminal. Ainda possibilita a realização de mais colheitas de material devido a capacidade de rebrota, o que não ocorre em outros estádios fenológicos.

Palavras-chave: composição bromatológica; degradação ruminal; desidratação; forrageira hiberna; silagem de pré-secado.

Abstract

FLUCK, A. C. Nutritional evaluation of ryegrass silage (*Lolium multiflorum*, LAM.) in different dehydration times of fresh biomass at different growth stages. 2016. 63f – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, RS, Brasil.

This study aimed to evaluate the nutritional quality of ryegrass silage at different times of pre-dehydration and different growth stages, as well as determine its degradability and ruminal degradation curve. For silage, it were applied 6 different treatments at different times of forage growth: on Vegetative: T0: cut and silage; T1: cut and ensiled after 4 hours of drying; T2: cut and ensiled after 7 hours of drying. On Pre-flowering: T0: cut and silage; T1: cut and ensiled after 4 hours of drying. On flowering: T0: cut and silage. The experimental design was completely randomized with 6 treatments and 4 repetitions. It were evaluated, chemical composition, *in vitro* digestibility and *in situ* degradability, besides the ruminal degradation curve. Dehydration aid at moisture loss of fodder, with losses of nitrogen on vegetative. The digestibility of ryegrass silage was influenced by both dehydration times and age of plant. The use of silage on vegetative has advantages for chemical quality and ruminal degradability. It also enables the realization of more biomass crop due to regrowth capacity, which does not occur in other growth stages.

Keywords: chemical composition; dehydration; pre dried silage; rumen degradation, winter fodder.

Lista de Figuras

Capítulo 1

Figura 1	Percentual de desidratação da massa verde de 0 a 7.5 horas em diferentes estádios fenológicos.....	28
----------	--	----

Capítulo 2

Figura 1	Digestibilidade <i>in vitro</i> (24 e 48 horas) de biomassa ensilada de azevém com diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológicos.....	43
Figura 2	Digestibilidade <i>in situ</i> de biomassa ensilada de azevém com diferentes tempos de desidrata�o e diferentes estádios fenológicos.....	44
Figura 3	Curva de degrada�o <i>in situ</i> (3 a 72 horas) de biomassa ensilada de azevém com diferentes tempos de desidrata�o e diferentes estádios fenológicos.....	47

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1	Teores de matéria seca total (MST), matéria mineral (MM) e orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA) e rendimento de massa seca (RMS) de biomassa de azevém no corte de antes e após a uniformização.....	27
Tabela 2	Variáveis climatológicas coletadas nos dias dos cortes, em cada estágio fenológico.....	29
Tabela 3	Teores de matéria seca total (MST), matéria mineral (MM) e orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA) e rendimento de massa seca (RMS) de biomassa pré-ensilada de azevém com diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológicos.....	30
Tabela 4	Temperatura, precipitação, número de dias de precipitação e insolação total, observadas de maio a outubro de 2013 e normais para o mesmo período, no município do Capão do Leão.....	32
Tabela 5	Teores de matéria seca total (MST), matéria mineral (MM) e orgânica (MO), fibra em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA) e lipídios totais (LT) na silagem de azevém advinda de diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológicos.....	33
Tabela 6	Teores de proteína bruta (PB) nitrogênio insolúvel em detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) na silagem de azevém advinda de diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológicos.....	34

Capítulo 2

Tabela 1	Digestibilidade in situ, em diferentes horários de incubação, de biomassa ensilada de azevém com diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológicos.....	45
Tabela 2	Teores de orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA) e rendimento de massa seca (RMS) de biomassa pré-ensilada de azevém com diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológicos.....	46

Sumário

1 Introdução	9
2 Objetivo Geral	11
3. Revisão de Literatura	12
3.1 Azevém	12
3.2 Silagem	14
3.3 Estádio fenológico da forrageira e qualidade nutricional	18
3.4 Valor nutritivo dos alimentos e métodos de avaliação da digestibilidade para ruminantes	19
Capítulo 1 - Efeito de diferentes tempos de secagem e do estadio fenológico na composição química da forragem e do ensilado de azevém anual	Erro! Indicador não definido
4.1 Introdução	24
4.2 Material e Métodos.....	25
4.3 Resultados e Discussão	27
4.4 Conclusões.....	36
Capítulo 2 - Digestibilidade in vitro e in situ da silagem de azevém em diferentes tempos de desidratação da massa verde com diferentes estádios fenológicos	37
5.1 Introdução	38
5.2 Material E Métodos.....	39
5.2.3 Degradabilidade In Situ:	41
5.3 Resultados E Discussão.....	42
5.4 Conclusões.....	49
6 Considerações Finais	50
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

O sistema pecuário e agrícola brasileiro é uma grande estratégia econômica em conquistar mercados estrangeiros, ocupando um dos primeiros lugares neste tipo de atividade. Os mercados pecuário de corte e de leite, além de trazerem retorno ao produtor rural, aquecem constantemente o mercado interno, principalmente devido às exportações a diversos países. Grande parte destas criações é feita de forma extensiva, ou seja, a dieta fundamental é a base de forrageiras, em sua grande parte pastagem natural.

A produção de silagem é uma tática muito empregada por produtores para prover alimentação aos rebanhos, independentemente da finalidade. Também é utilizada como suplemento em períodos críticos provocados por adversidades climáticas ou vazio forrageiro. A silagem de milho é tipo mais produzido, porém, muitas espécies forrageiras podem ser ensiladas. As forrageiras de inverno possuem índices mais elevados de proteína bruta, em comparação com as de verão, e poderiam ser uma ótima alternativa para produzir alimento de qualidade para ser fornecido em outras épocas do ano.

A utilização da ensilagem como técnica de conservação de forrageiras de inverno é uma prática que vem crescendo no Sul do Brasil em substituição à fenação, que, depende grandemente das condições climáticas, normalmente desfavoráveis à secagem, nesta época do ano. Para a obtenção de silagem de alta qualidade, no entanto, faz-se necessário que alguns fatores sejam considerados, como, por exemplo, os teores de matéria seca, o poder tampão e os carboidratos solúveis da forrageira, associados às práticas adequadas de ensilagem (COAN et al., 2003). Muito se produziu em informação sobre a ensilagem de milho e outras forrageiras tropicais, porém, quando se trata da ensilagem de forrageiras temperadas, faltam informações, com relação ao melhor momento para o corte (idade fenológica) e também de tempo de emurchecimento (relacionado aos maiores teores de água destas espécies).

Atualmente, o azevém é a espécie mais cultivada entre as gramíneas forrageiras de inverno no sul do Brasil (MORAES et al., 1995), apresentando um alto valor nutritivo, um bom potencial de produção de sementes uma fácil ressemeadura natural, resistência a doenças e versatilidade de uso em associações (MORAES,

1994). Dependendo do clima da região e se há ou não adubação nitrogenada, podemos encontrar no azevém altos teores de nitrogênio não proteico e proteína solúvel, o que auxilia em uma alta taxa de produção de amônia a nível ruminal, podendo perder uma grande parte do nitrogênio da dieta na urina em forma de ureia. É conhecida que as perdas deste nutriente podem ser diminuídas quando a dieta a base desta forrageira é consorciada a uma dieta com um nível de amido de degradação semelhante, sendo necessário um maior entendimento do comportamento da digestibilidade ruminal de diferentes formas de fornecimento de azevém (planta, feno e silagem), como também seus estágios fenológicos.

Existem metodologias na nutrição de ruminantes capazes de determinar a forma com que estes processos ruminais se desenrolam, tais como a degradabilidade *in situ* e digestibilidade *in vitro*. A técnica de degradabilidade *in situ* foi desenvolvida em 1977 por Mehrez & Orskov, tendo por objetivo avaliar a degradação de alimentos através de sacos porosos dentro do animal, o qual deve ser dotado de uma fístula ruminal. Esta técnica possibilita que a degradação ocorra nas reais condições do ambiente ruminal, onde também será possível determinar a taxa de degradação.

Outra metodologia amplamente utilizada para estimar o valor nutricional dos alimentos, é a técnica *in vitro* (TILLEY & TERRY, 1963), a qual também é dependente de um animal fistulado, o qual é o doador de inóculo. Este método simula a degradação em dois estágios, sendo o primeiro envolvendo uma fermentação da amostra em solução com inóculo ruminal e uma solução contendo macro e microminerais durante 48 horas, e o segundo estágio envolvendo uma digestão *in vitro*, pós rúmen.

Desta forma, o presente estudo teve por objetivo avaliar a qualidade nutricional da silagem de azevém confeccionada em diferentes tempos de desidratação pré-ensilagem e estádios fenológicos, como também determinar sua degradabilidade e curva de degradação ruminal.

2 Objetivo Geral

Caracterizar a dinâmica da fermentação ruminal *in vitro* e *in situ* do azevém (*Lolium multiflorum*, LAM.)

2.1 Objetivos Específicos:

Determinar:

- O rendimento de biomassa aérea e composição química de azevém antes do corte de uniformização, pré e pós-ensilagem de forragem conservada em três diferentes estágios fenológicos da planta verde, com diferentes tempos de desidratação;
- Exemplificar a curva de desidratação do azevém em diferentes horários;
- Digestibilidade *in situ*, *in vitro* do azevém em: três diferentes estágios fenológicos da planta verde, com diferentes tempos de desidratação pré ensilado.

2.2 Hipótese:

A utilização da ensilagem em diferentes estágios fenológicos da planta verde, com diferentes tempos de desidratação da biomassa, alteram a composição química, degradabilidade ruminal e digestibilidade de azevém.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Azevém

O azevém é a espécie mais cultivada entre as gramíneas forrageiras de inverno no sul do Brasil (MORAES et al., 1995) bem adaptada as condições do nosso estado (MEDEIROS & NABINGER, 2001), apresentando um alto valor nutritivo, um bom potencial de produção de sementes uma fácil ressemeadura natural, resistência a doenças e versatilidade de uso em associações (MORAES, 1994). Pode ser implantado de forma singular ou em consorciação com outras forrageiras.

Pertencente à família poaceae, o azevém anual foi introduzido por imigrantes italianos por volta de 1875, originário das bacias do mediterrâneo (FLOSS, 1988). Atualmente é a gramínea de inverno mais disseminada nos Estados da Região Sul do Brasil, com grande número de populações mantidas em cultivo ou na forma natural, em diferentes condições de clima, solo e sistemas de produção (SKONIESKI, 2009), com alta aceitabilidade pelos animais (QUADROS, 1984).

Pedroso et al. (2004), descrevem que o azevém se destaca como a forrageira de inverno que apresenta maior adaptabilidade às condições edafoclimáticas do RS com bom potencial de produção de massa de forragem e capacidade de rebrote, qualidade nutricional elevada, podendo ser também utilizada na forma de silagem e feno.

Além disso, o azevém tem alta tolerância ao pisoteio (CONFORTIN, 2009), bom vigor inicial, alta ressemeadura natural, podendo assim ser utilizado para melhoramento de pastagens naturais ou constituindo pastagens de cultivo solteiro ou consorciado (QUADROS et al., 2003). Esse fato foi discutido por Filho & Quadros (1995), que apontam como principais características para a satisfatória utilização em sistemas consorciados, a elevada produção de sementes, assim como a resistência a doenças.

O azevém apresenta rota metabólica C₃ (TONETO, 2009), pode ser observado que suas folhas são brilhantes, uma das maiores distinções quanto à aveia forrageira. Possui lígula curta, apresentando em sua morfologia sistema radicular fasciculado e hábito cespitoso. Sua inflorescência é em forma de espiga dística, apresentando duas fileiras de espiguetas (FLOSS, 1988).

É conhecida dentre as forrageiras utilizadas para a produção animal pela alta qualidade nutricional (PEREIRA et al., 2008), principalmente proteica, fator dependente do manejo da dieta e estágio vegetativo. De Visser et al. (1997), relataram que no estágio vegetativo a uma alta concentração de açúcares solúveis e baixa de carboidratos fibrosos, o que interfere na imediata síntese de proteína microbiana.

3.1.1 Estabelecimento da pastagem de azevém

Apresenta pouca exigência quanto ao tipo de solo, mas apesar de se adaptar melhor em solos úmidos, tem baixíssima tolerância a umidade excessiva, segundo Moraes et al. (1995) tolera o pisoteio e tem alta capacidade de rebrota.

Em meses com temperaturas baixas seu crescimento ocorre de forma lenta, sendo o ambiente ideal para seu florescimento observado nos meses com temperatura um pouco mais elevada, entre 20° a 25 °C (HANNAWAY et al., 1999) e com umidade presente, como a primavera. Nesta estação, encontramos maior massa forrageira no campo, com alta qualidade nutricional, atingindo seu pico de crescimento em meados de setembro e outubro.

O sucesso da no estabelecimento do azevém depende da produção, ano após ano, de uma quantidade suficiente de sementes e do surgimento de inúmeras mudas a partir do banco de sementes do solo resultante (BARTHOLOMEW & WILLIAMS, 2009). A época de semeadura ideal para o azevém ocorre nos meses de fevereiro a abril (ROSA et al., 2000), onde a temperatura e umidade do solo, além das características climáticas são ideais para a germinação da semente. Estes autores também citam que semeaduras tardias são prejudiciais à semente, pois a luminosidade e as características do solo não estão perto do desejado, dificultando sua emergência. Os cuidados obedecidos durante a semeadura resultam em uma implantação mais rápida da pastagem, e, conseqüentemente, possibilidade de iniciar mais cedo a utilização.

As sementes de azevém são compactas, de tamanho médio para uma gramínea forrageira, sendo que 1.000 grãos pesam de 2,0 a 2,5 gramas (FONTANELI, 1984), assim a semeadura deve ser feita superficialmente, com uma densidade de 18 a 20 kg de sementes ha⁻¹. Apesar de ser uma gramínea de ciclo anual, pode ter comportamento perene por apresentar ressemeadura natural. Maia & Maia (2008), citam que é capaz de permanecer na área através de banco de

sementes, alongando os entrenós, o que eleva a inflorescência a fim de aperfeiçoar a dispersão de sementes.

Adapta-se bem em solos onde é cultivada outra cultura anteriormente ao cultivo, pois a presença de matéria orgânica é essencial para seu crescimento. Deve ser feita uma análise de solo para a decisão da adubação, pois o estabelecimento e produtividade do azevém dependem do aporte de nitrogênio presente no solo, pois este nutriente tem efeito no tamanho e alongamento de folhas, número e permanência de afilhos jovens, tanto em plantas individuais como naquelas em consorciação (LESAMA & MOOJEN, 1999), além de estar altamente correlacionado com o teor de proteína na planta.

3.2 Silagem

A ensilagem é um método de conservação de forragem mais satisfatório em termos nutricionais e, é baseado na fermentação láctica da matéria orgânica, causando uma diminuição de pH, propiciando um ambiente de anaerobiose. É um processo de conservação de material úmido de origem vegetal onde ocorre principalmente fermentação anaeróbica devido a presença de açúcares de preferência ácido láctico (JANSSEN, 2009). Segundo Pereira & Reis (2001), seu principal objetivo é conservar a qualidade nutricional com o mínimo de perdas durante seu processo e armazenamento.

A associação do baixo pH com o ambiente anaeróbico é responsável pela estabilização da qualidade nutricional do material. A preservação da forragem em forma de silagem é dependente da atividade de bactérias lácticas fermentadoras de açúcares, produzindo ácido láctico e outros produtos. Isto ocorre de maneira extremamente consistente, uma vez que as bactérias lácticas ocorrem em baixa quantidade na forragem (MUCK & SHINNES, 2001).

Deve ser observado na escolha da espécie forrageira para o ensilamento, fatores como valor nutricional, produção de matéria verde (FONTANELI & FONTANELI, 2012), tamanho e características do rebanho, tempo de consumo dos animais. Estas características também irão influenciar no dimensionamento e escolha do silo a ser utilizado.

Silagens com altos teores de umidade, como gramíneas de clima temperado, podem produzir grande quantidade de efluente, o qual pode danificar o concreto (O'DONNELL et al., 1995), onde muitas silagens tendem a ser armazenadas, ou

causar infiltrações de efluentes no solo, reduzindo a vida útil dos silos (BARBHUIYA et al., 2010).

O estágio vegetativo é o ideal para o corte da planta a ser ensilada, por apresentar equilíbrio entre a qualidade nutricional e a produção de MS. O intervalo entre cortes deve ser obedecido para aperfeiçoar a produção e qualidade das espécies forrageiras. Gomide & Zago (1980) sugerem que para gramíneas temperadas, este intervalo deve ser de quatro semanas.

Segundo Jones & Jones (1995), as forrageiras mais úmidas apresentam maior perda de matéria seca por efluentes, apesar de o teor de MS certamente não ser o único fator que influencia a produção de efluentes. Esta perda de efluente é considerada uma das formas mais perigosas de poluição de cursos de água (BARRY & COLLERAN, 1984).

Os cuidados com este alimento conservado não devem ser restritos apenas ao processo de ensilagem, mas também com a retirada do material do silo e o tempo de exposição do material durante o consumo do animal, pois quanto maior o contato com o oxigênio, maior a deterioração do material, diminuindo sua palatabilidade e consumo (PEREIRA & REIS, 2001).

Com o crescimento da bovinocultura de leite, a utilização de alimentos conservados na forma de silagem, como grãos e forrageiras, se tornou indispensável. Nestas criações, a silagem é usada tanto como suplemento para sistemas a pasto, quanto como base da alimentação. Alguns produtores optam por utilizar este tipo de alimentação em períodos como vazio forrageiro, ao invés da implantação de pastagens, o que pode acarretar em aumento dos custos de produção. As silagens tradicionalmente mais utilizadas para a produção de leite no RS são as silagens de milho e sorgo, as quais preenchem os requisitos necessários para a confecção de alimento conservado de alta qualidade e composição bromatológica favorável. Ambas combinadas com a silagem de azevém podem manter altos níveis de produção de leite (BERNARD et al., 2002). Christianen et al. (2002) afirmam que forrageiras no estágio vegetativo necessitam de um maior tempo de secagem pois o teor de massa seca no momento da ensilagem de gramíneas é uma importante medida, sendo dependente do clima.

Apesar de ter um crescimento significativo no interesse da produção de silagem a partir de azevém, provavelmente por ter maior custo de produção e um baixo teor de MS no estágio vegetativo, ainda não são encontrados no Brasil

estudos sobre silagem de azevém anual, tanto na composição química, como também na alimentação de bovinos de leite. Conforme Pereira & Reis (2001), as forrageiras mais utilizadas para produção de silagem pré-secada são as gramíneas de clima temperado aveia, azevém, triticale e cevada; mais recentemente gramíneas tropicais como as espécies do gênero *Cynodon* como os "tiffons", "coastcross" e até algumas braquiárias.

No entanto, gramíneas forrageiras temperadas como azevém não apresentam teores adequados de MS, carboidratos solúveis e valores de poder tampão que proporcionem eficiente processo fermentativo, sugerindo-se a utilização de técnicas de pré-secagem a fim de melhorar a estabilidade da silagem (JANSSEN, 2009).

As altas umidades do azevém no estágio vegetativo, aliado as condições meteorológicas, podem interferir na qualidade da forragem, pois baixa a fermentação anaeróbica devido o aumento do pH, diminuindo a palatabilidade e digestibilidade do material, principalmente se fornecido em temperaturas mais elevadas. Colher azevém e ensilar sem obedecer ao tempo de murcha aumenta o escoamento de efluentes e perda de nutrientes digestíveis (KUNG, 2002).

Segundo McDonald (1991), perdas de silagem pelo tipo de fermentação no interior do silo e produção de efluentes, podem atingir valores de 7 a 40%. Este autor também relata que ensilar forrageiras com MS inferior a 21% e teores de carboidratos solúveis inferiores a 2,2% na matéria verde, terá baixo poder tampão, aumentando os riscos de fermentação secundária, sugerindo então, a utilização de uma técnica que minimize esses impactos.

Para um melhor resultado no processo de ensilagem do azevém, deve ser utilizada a técnica de pré-emurhecimento, ou murcha a campo, o que irá possibilitar um aumento no teor da MS deste material, facilitando o processo fermentativo e reduzir a incidência de fermentações secundárias. Raymond et al. (1986), relataram que este processo tem o objetivo de reduzir a concentração de carboidratos responsáveis pela produção de ácido lático e estabilização da fermentação. Sugere-se que após a murcha, o teor ideal de MS do material a ser ensilado deve ser de 35 a 40%. O tempo de secagem do material no campo é dependente das condições climáticas da região, principalmente intensidade de radiação solar, velocidade do vento, umidade relativa do ar e temperatura (SANTOS & ZANINE, 2006). Gramíneas pré-secadas apresentam maior dificuldade de compactação da massa, podendo ser difícil controlar as perdas por gases, e a extensão de fermentação é fortemente

influenciada pelo grau de emurchecimento (NUSSIO et al.,2002)

Quando não for possível fazer o pré-emurchecimento, ou não realizado com cuidado, a silagem irá apresentar um pH mais alto, aumentando o teor de amônia e conseqüentemente, uma menor aceitação pelo animal. Uma alternativa de fácil aplicação e viável é a utilização de inoculante bacteriano, o qual pode estabilizar e manter o ambiente anaeróbico. A remoção parcial de água da planta através da pré-secagem, proporciona condições ideais para o crescimento de bactérias lácticas e, assim, permite que o excedente da forragem produzida nas pastagens ou em áreas de cultivo exclusivas para o corte, possa ser armazenado e utilizado na alimentação dos animais durante o período de escassez (PEREIRA & REIS, 2001).

A quantidade de umidade do azevém diminui com o avanço do estágio vegetativo, mas mesmo este aspecto parece não ser favorável a silagem, uma vez o teor sugerido de MS a ser ensilada é superior a 45%, ocasionando um maior volume, o que dificulta o armazenamento do material, podendo haver aquecimento excessivo e presença de mofo oriundo da má compactação. Segundo Rotz & Muck (1994), ao iniciar a desidratação da forragem antes de ensilar, irá resultar em aumento na umidade da planta pela formação de água metabólica durante o processo respiratório.

Castro et al. (2008), pesquisando sobre o efeito do teor de MS da silagem de azevém no desempenho produtivo de vacas da raça holandesa, demonstraram que uma murcha adicional do azevém resultando em mais de 40% de MS teve uma tendência a aumentar a produção do leite sem interferir em sua composição, mas não sugerem uma silagem com alto teor de MS, pois isto pareceu diminuir o consumo das vacas desta raça, o que implicaria em maiores custos de produção, já que outros alimentos devem ser adicionados a dieta. Já Bernard (2003) demonstrou que a silagem de azevém aliada a silagem de milho, além de aumentar a ingestão de MS pelo animal, também foi responsável pelo aumento da produção e percentagem de proteína do leite.

Como demonstrado, a silagem de azevém pode ser uma ótima opção alimentar para vacas em lactação, principalmente por ter uma alta produção de massa forrageira, alto valor nutritivo, enfatizando o teor proteico. Mas para evitar problemas posteriores ao ensilamento, como a presença de mofos e alta concentração de amônia, o emurchecimento prévio deve ser obedecido.

3.3 Estádio fenológico da forrageira e qualidade nutricional

Dentre os fatores que afetam a qualidade da forragem, a idade da planta é o fator isolado com maior contribuição. Contudo, o ambiente no qual a planta se desenvolve também desempenha papel relevante (CAVALHEIRO & PIRES, 2008). A eficiência de sistemas de produção de animais ruminantes com baseados em forrageiras, como principal fonte de proteína e energia, é altamente influenciada pela maturidade da forragem, considerada um fator primário para o declínio da sua qualidade nutricional (NELSON & MOSER, 1994). Boin (1986) cita que o desempenho animal é dependente, além do seu potencial genético, do consumo de matéria seca e da qualidade da forragem.

Dentre as várias alterações na planta, podemos salientar que a diminuição na relação folha/caule irá resultar em modificações na estrutura das plantas. Assim, plantas mais velhas apresentam menor conteúdo de nutrientes potencialmente digestíveis (PEREIRA & REIS, 2001). Normalmente é encontrada nas folhas os maiores teores de proteína bruta da planta (VAN SOEST, 1987), o que resulta em melhor digestibilidade da pastagem e, conseqüentemente, maior consumo de matéria seca (GRISE et al., 2001).

Van Soest (1994) descreve que a composição dos constituintes da parede celular e de suas interações, poderá limitar a extração de substratos nutricionais ou de energia da forrageira pelos microrganismos do rúmen, sendo fatores condicionantes da disponibilidade de nutrientes para o animal. Juntamente com o avanço do estágio fenológico da planta irá ocorrer aumentos nos teores de carboidratos estruturais (celulose, hemicelulose) e redução nos carboidratos de reserva (amido) diretamente dependentes das proporções de caule e folhas, interferindo negativamente na digestibilidade da forragem, especialmente nas gramíneas em relação as leguminosas, e mais evidentes nas gramíneas tropicais em relação as temperadas (REIS et al., 1993).

Kozloski et al.(2005) citaram a maturidade como fator primário para o declínio da qualidade nutricional de forrageiras, mesmo que em alguns momentos o efeitos climático pode ter maior influência sobre a qualidade da forragem do que a maturidade, particularmente ao longo do estágio vegetativo da planta. Os carboidratos estruturais incluem aqueles encontrados normalmente constituindo a parede celular, representados principalmente pela pectina, hemicelulose, e celulose,

que são normalmente os mais importantes na determinação da qualidade nutritiva das forragens (VAN SOEST, 1994).

Segundo Norton (1991), este avanço da idade fisiológica das plantas acarreta em substituição do conteúdo celular por parede celular e espessamento da parede, devido ao surgimento da parede secundária, com maiores teores de celulose e lignina. A lignina forma uma barreira que impede a hidrólise enzimática da fração fibrosa, prejudicando a digestão da parede celular de forrageira (RODRIGUES et al., 2004) e é o componente da forrageira que mais limita a digestão dos polissacarídeos da parede celular no rúmen (JUNG & DEETZ, 1993).

Wilson (1994) relatou que com o passar do estágio fenológico da planta, há aumento da síntese de constituintes da parede celular, bem como do seu espessamento e da deposição de lignina, o que tende a aumentar a fração indigerível, reduzindo dessa forma, a fração potencialmente digerível. Jung et al. (1997) demonstraram uma forte correlação negativa, normalmente observada entre os teores de lignina e a digestibilidade de gramíneas forrageiras com diferentes estágios fenológicos, não descartando a hipótese de que a lignina não é o único fator importante responsável pela baixa digestão da parede celular

Barrière et al.(2003) afirmam que a forragem limita a taxa de digestão do rúmen pela fração fibrosa, pois possuem altos teores de parede celular, podendo interferir no desempenho de animais de alta produtividade. A quantificação dos tecidos presentes nas forrageiras ajudará a compreender melhor a qualidade nutricional da forragem (ALVES DE BRITO et al., 1999). Baixa concentração de carboidratos fibrosos e altas concentrações de açúcares solúveis são encontradas no estágio vegetativo da planta, interferindo na síntese de proteína microbiana (DE VISSER et al., 1997).

Quanto aos teores proteicos, Minson (1990) relata que haverá redução destes nas forrageiras durante o processo de envelhecimento pelo aumento da proporção de talos e dos teores de fibra e redução da proporção de folhas, assim como aumento dos teores de NIDN, NIDA e FDN (BLASER, 1964). O incremento na deposição de lignina e as reduções nos teores de proteína bruta parecem ser as principais alterações químicas observadas na composição da matéria seca (DESCHAMPS,1999).

3.4 Valor nutritivo dos alimentos e métodos de avaliação da digestibilidade

para ruminantes

Berchielli et al. (2006) citam a importância de pesquisas para desenvolver e avaliar técnicas para caracterizar de forma precisa a composição e qualidade de alimentos para animais, com intuito de aprimorar a formulação de dietas de acordo com o atendimento às exigências dos animais de forma .

A qualidade de uma forrageira depende de seus constituintes, os quais variam, dentro de uma mesma espécie, de acordo com a idade e parte da planta, fertilidade do solo, entre outros (VAN SOEST, 1994). Exemplificando um destes impactos, pode-se citar da fertilidade do solo, que irá influenciar na composição química da pastagem, principalmente nos teores de fósforo, potássio e nitrogênio, interferindo diretamente na digestibilidade da forrageira, assim, técnicas de cortes que aplicam a remoção total da forragem exigem atenção especial à reposição de nutrientes (GOMIDE, 1980).

Normalmente, a base da nutrição de ruminantes é de forrageiras em suas mais variadas formas. Em condições tropicais, os constituintes químicos, assim como taxas de degradação dos alimentos serão distintos daqueles produzidos em regiões de clima temperado. Quando comparadas, as forrageiras de clima tropical apresentam baixos teores de carboidratos solúveis e altos teores de carboidratos estruturais, e, conseqüentemente, maiores proporções de parede celular. Essa última característica essa de natureza anatômica destas espécies se dá em razão da alta proporção de tecidos vasculares (VAN SOEST, 1994).

Hodgson (1990) relatou que a eficiência de conversão da pastagem em produtos animais é dependente da quantidade, qualidade e estacionalidade de produção da pastagem, a alimentação talvez seja o fator isolado mais importante, uma vez que a sua inadequação em qualidade, quantidade ou custo pode inviabilizar a produção animal.

A determinação do valor nutritivo de alimentos destinados à alimentação de animais ruminantes tem sido alvo de contínuos trabalhos de pesquisa, evidenciando a maior procura por metodologias executadas de forma simples e com maior acurácia para estimar a qualidade dos alimentos, cujos objetivos são as predições dos valores proteicos e energéticos para atender a demanda gerada pelas funções produtivas dos animais em determinado estágio fisiológico (PEREIRA et al., 2005). Estes autores também citam que a digestão nos compartimentos gástricos e nos segmentos iniciais do intestino delgado tem como função a redução das formas

poliméricas complexas em substâncias simples (monossacarídeos e aminoácidos) para serem assimilados ao longo do trato gastrintestinal.

Os processos de digestão e fermentação executados pelos microrganismos ruminais fornecem os produtos finais da fermentação (ácidos graxos voláteis), que são utilizados como fonte de energia, e a massa microbiana cuja constituição proteica representa uma fonte de aminoácidos para o hospedeiro. Segundo Russel et al. (1992), quando animais ruminantes consomem alimentos, estes são sintetizados a microrganismos ruminais, transformação a qual resulta em confusão para a predição do desempenho animal.

Dentro deste contexto, Mertens (2005) descreve que sistemas de alimentação modernos e eficientes precisam ser fundamentados em mecanismos que determinam a resposta dos animais aos nutrientes, lidando com aspectos quantitativos da digestão e do metabolismo de ruminantes. Para isto, as metodologias desenvolvidas *in vitro* precisam estar aptas a simular os processos digestivos ocorridos a nível ruminal, assim como abomaso e intestino, a fim de estimar quantitativamente a digestão (grau e taxa que ocorrerão) de forma mais próxima dos resultados obtidos *in vivo* (BERCHIELLI et al., 2006). Para estimar o ótimo desenvolvimento microbiano e, conseqüente desempenho animal ótimo, deve-se estimar as quantidades de nutrientes necessários, como estimar corretamente a medida com que os nutrientes dos alimentos, tornam-se disponíveis no rúmen (NOCECK, 1988).

Tiley & Terry desenvolveram a metodologia de degradação *in vitro* foi em 1963, onde, primeiramente era feita uma fermentação anaeróbica por 48 horas e, após, uma digestão ácida por outras 48 horas, em tubos de ensaio individuais. Em 1970, Goering & Van Soest modificaram este segundo passo, substituindo-o por tratar o resíduo da fermentação com detergente neutro. O último passo foi dado por Komarek em 1993, o qual mudou a incubação individual de cada amostra em tubos para saquinhos de poliéster (SILVEIRA, 2006).

Detmann (2006) relatou que o método de avaliação da degradabilidade *in vivo* foi desenvolvido para estimar a degradação de alimentos volumosos, e, através de estudos e aperfeiçoamentos, passaram a ser capazes de estimar esta degradabilidade de outros alimentos, bem como apresentar outros parâmetros da fermentação ruminal, o que auxiliou no correto balanceamento das dietas, apesar de Senger (2005) afirmar que esta metodologia apresenta resultados pontuais, sem

descrições da cinética da degradação.

Santos et al. (2000) e Alcalde et al. (2001) apresentam como vantagens desta técnica, sua rapidez, o baixo número de animais fistulados e a grande quantidade de amostras que pode ser avaliada de cada, comparando diferentes alimentos. Silveira et al (2009), utilizou dietas à base de silagem de milho com diferentes níveis de concentrado na dieta e comparou os resultados obtidos *in vivo* com a métodos laboratoriais para estimar a degradabilidade do alimento. Neste estudo, os autores concluíram que a metodologia *in vitro* estimou precisamente os resultados.

Outra metodologia de fácil aplicação e rápida para estimar a degradabilidade de alimentos para ruminantes é conhecida com *in situ* (ORSKOV & McDONALD, 1979). Assis et al., (1999), descreveram que este método oferece as condições adequadas por ser utilizado o animal, como temperatura e tamponamento, resultando em uma maior confiabilidade dos resultados. Através da técnica da degradabilidade *in situ*, podem-se obter informações para a melhor avaliação de alimentos, como taxa e o potencial de degradação de diferentes alimentos, demonstrando a importância da dinâmica animal-dieta (PETIT et al., 1994).

É baseada na suspensão do alimento dentro de saquinhos de poliéster, os quais serão colocados em sacos de náilon e introduzidos em bovinos fistulados, onde esse material ficará por tempo pré-determinado (SILVEIRA, 2006; SOARES, 2007). Um fator determinante desta técnica, é o contato direto do alimento com o ambiente ruminal, sendo possível medir assim a sua taxa de degradação através de diferentes horários de introdução do material ao rúmen (SOARES, 2007).

Pelo tempo de permanência no rúmen nesta metodologia ser pré-determinado, é sugerido seguir as recomendações descritas por Orskov em 1980, onde forragens de alta qualidade devem permanecer de 24 a 60 horas intraruminalmente, 48 a 72 horas para forragens de baixa qualidade e 12 a 36 horas para alimentos concentrados.

Ambos os métodos podem apresentar variações durante sua execução. Broderick & Cochran (2000) citam que pode haver contaminação microbiana, no caso da *in situ* e superestimar o resultado. Já Silveira (2006) descreve diversas variações que podem ocorrer como alteração no tamanho de partícula, o tipo de tecido utilizado na confecção dos sacos, assim como a relação peso amostra x tamanho saco e o tamanho de partícula a ser incubado.

CAPÍTULO 1

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA FORRAGEM E DO ENSILADO DE AZEVÉM ANUAL EM FUNÇÃO DE DIFERENTES TEMPOS DE SECAGEM E ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

4.1 INTRODUÇÃO

Frragens conservadas são utilizadas como opção para garantir a alimentação e a estabilidade da produção animal nos momentos de déficit forrageiro nos diferentes sistemas de produção de ruminates. Dentro deste contexto, o azevém desponta como opção ótima e viável de manter a dieta destes sistemas com alto padrão nutricional.

No sul do Brasil, o azevém é a gramínea de hibernal mais disseminada, com grande número de populações mantidas em cultivo ou na forma natural, em diferentes condições de clima, solo e sistemas de produção (SKONIESKI, 2009). É uma forrageira que apresenta alta qualidade nutricional, comparada com outras forrageiras hibernais (FONTANELI, et al., 2012), informação esta que está ligada aos seus altos teores de proteína e baixo conteúdo de carboidratos estruturais.

Por demonstrar alto teor de umidade, a biomassa verde de azevém pode apresentar alguns problemas quando for ensilado. Segundo Kung (2002), realizar este processo sem ter um tempo prévio de secagem irá aumentar o escoamento de efluentes e, conseqüente, perda de nutrientes digestíveis. Este processo é diretamente influenciado pelo estágio fenológico da forrageira.

Como possui alta proporção de folhas e colmos finos (OLIVEIRA et al., 2015), a massa ceifada de azevém pode apresentar elevada taxa de desidratação, fazendo assim que tenha curto período de tempo em secagem a campo, o que proporciona menores perdas de nutrientes (PEREIRA & REIS, 2001).

Além disso, o avanço do ciclo da planta resulta no aumento dos teores de matéria seca na forragem, o que pode diminuir o tempo de secagem ou até a necessidade deste, conforme o avanço da idade da planta. Todavia, a idade da planta pode influenciar negativamente no conteúdo de nutrientes da planta e na elevação da quantidade de carboidratos estruturais (VAN SOEST, 1994).

Contudo, informações sobre o efeito de tempos de secagem no conteúdo de nutrientes em massas ensiladas de azevém são escassas. Assim este estudo teve por objetivo, determinar como o tempo de secagem e o ciclo da planta influenciam na composição química e qualidade da silagem de azevém.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Implantação:

A implantação do azevém foi realizada em abril de 2013, em área experimental pertencente à Embrapa Clima Temperado – Estação Terras Baixas, situada na cidade de Capão do Leão. Foi realizada semeadura em linha, com densidade de 20 kg.ha⁻¹ de sementes puras viáveis. O solo é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (STRECK, 2008). O clima da região é o subtropical úmido (Cfa), segundo classificação de Köppen.

O solo foi devidamente preparado com aração e duas gradagens, corrigido e adubado, conforme recomendação da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos e Tecidos Vegetais dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ROLAS) para pastagens hibernais, seguindo a análise de solo.

A adubação de cobertura foi realizada com a aplicação de 80 kg.ha⁻¹ de N. Quando as plantas atingiram 30 cm de altura, procedeu-se o corte de emparelhamento para proporcionar uniformização do dossel forrageiro. Após foi adicionado 100 kg.ha⁻¹ de N. Todos os cortes foram realizados a 7 cm do solo (MEDEIROS & NABINGER, 2001).

4.2.2 Delineamento experimental e ensilagem:

O delineamento experimental foi o de blocos completos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Quando as plantas alcançaram novamente altura de 30 cm foi realizado corte para a ensilagem no estágio vegetativo. As demais parcelas não foram cortadas. No momento em que as plantas entraram em pré-florescimento (20% de aparecimento de inflorescências) foi realizado corte para a ensilagem nas parcelas deste estágio. Da mesma forma, quando as parcelas restantes entraram em florescimento pleno (20% de espiguetas com grãos formados) foi feito o corte e posterior ensilagem do material.

Procedeu-se a confecção dos microsilos da seguinte maneira. No vegetativo, pelo alto teor de umidade, foram determinados 3 diferentes tempos de murcha (cortar e ensilar; cortar + pré-secagem de 4 horas e ensilar e; cortar + pré-secagem de 7 horas e ensilar). Para o pré-florescimento foram determinados 2 tempos

(ensilagem logo após o corte e a pré-secagem de 4 horas). No florescimento pleno, pelo baixo teor de umidade, não foi procedida pré-secagem, sendo realizada a ensilagem do material logo após o corte.

O material verde foi picado em partículas de aproximadamente 5 cm, utilizando picador estacionário, ensilado em microssilos de PVC e armazenados.

4.2.3 Análises químicas:

Após quatro meses da ensilagem, os microssilos foram abertos, retirando-se amostras para posteriores análises bromatológicas. Para a determinação do pH, foi utilizada a metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2002), com o auxílio de um potenciômetro.

As amostras para a obtenção da matéria pré-seca (MPS) foram, cortadas em 0,25 m² no campo e coletadas do microssilo, pesadas e levadas à estufa de circulação forçada de ar à 55°C, por 72 horas. Os teores de matéria seca total (MST) foram determinados por secagem em estufa a 105°C durante 8 horas e cinzas por queima em mufla a 600°C durante 3 horas. O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado como MS – cinzas.

As análises de Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas utilizando autoclave conforme descrito por Senger et al. (2008) e lignina em detergente ácido (LDA) com a utilização de ácido sulfúrico 72%. O teor de nitrogênio total (N) foi determinado pelo método de Kjeldahl (método 984.13, AOAC, 1995), modificado por usar solução de ácido bórico 5% (p/v) como receptor da amônia livre durante a destilação, solução de 0,2% (p/v) de verde de bromocresol e 0,1% (p/v) de vermelho de metila como indicador, e solução padrão de ácido sulfúrico para titulação.

Os teores de nitrogênio solúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio não protéico e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados de acordo com Licitra et al. (1996). Em paralelo, foi realizada a curva de desidratação das plantas nos três estádios fenológicos. Foram cortadas amostras do dossel em quadro de 0,25 m², após estes foram deixados em separado para que ocorresse a desidratação. As amostras foram recolhidas a partir das 10:00 horas, nos tempos 1.5; 3; 4.5; 6 e 7.5 horas após o corte. Assim foram calculados o percentual de perda de massa durante a exposição às condições climáticas do dia.

4.2.4 Análise estatística:

Os dados foram submetidos à análise de variância e, em caso de diferença significativa entre as médias, estas foram comparadas a nível de 5% de significância pelo teste DMS de Fisher.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve melhora nas características qualitativas da biomassa de azevém com o uso do corte de emparelhamento. Ocorreu aumento significativo nos teores de PB e MM, e diminuição da MST, FDN e FDA, (Tabela 1). Ocorreu também, aumento no rendimento de matéria seca, em relação à altura em que foram realizados os cortes.

Tabela 1 – Teores de matéria seca total (MST), matéria mineral (MM) e orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA) e rendimento de massa seca (RMS) de biomassa de azevém no corte de antes e após a uniformização. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS, 2013.

	MST	MO	MM	PB	FDN	FDA	RMS
Uniformização	21.16 ^a	89.96 ^a	10.04 ^b	16.22 ^b	39.07 ^a	30.62 ^a	1452,8 ^b
Corte tempo 0	14.38 ^b	88.32 ^b	11.68 ^a	19.63 ^a	36.98 ^b	22.21 ^b	2055.4 ^a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste F (P<0,05).

O perfilho é a unidade básica de crescimento das gramíneas e seu desenvolvimento depende da diferenciação de fitômeros (VALENTINE & MATTHEW, 1999), o que está diretamente ligado a taxa de aparecimento de folhas, onde encontramos um maior teor de PB. Quando há o corte para a uniformização da pastagem, irá ocorrer um novo crescimento, com maior perfilhamento.

Conforme Pinto et al. (2001), após realizado o corte, o aumento do perfilhamento é estimulado pela maior incidência de luz nas gemas presentes nas partes inferiores da planta, o que resulta em taxas maiores de expansão e aparecimento de folha e conseqüente maior produção de MS. Esse aumento de folhas no dossel resulta na diminuição dos teores de carboidratos não solúveis totais e, conseqüentemente, elevados MM e PB na forrageira, conferindo ao alimento, melhor qualidade bromatológica. Isto vai de encontro am Van Soest (1994), que descreve que em pastagens, as folhas possuem menores concentrações de FDN,

FDA e LDA em comparação aos colmos o que indica que após o corte, por haver um maior perfilhamento, e, conseqüentemente, um maior número de folhas, essas concentrações devem ser menores.

FLORES et al. (2008) concluíram, avaliando diferentes cultivares de azevém alocadas em diversos locais do estado do RS, que há uma grande variabilidade dentro da espécie, sobretudo quando à distribuição da produção de forragem ao longo do ciclo. Os teores de MS e sua conseqüente digestibilidade estão ligadas à práticas de manejo, como o emparelhamento mecânico e por utilização dos animais. FONTANELI (1993) relaciona essas características a flutuações devido ao cultivar, manejo e condições ambientais.

De acordo com Vanbelle et al. (1983), a técnica de pré secagem para silagem consiste em cortar a forrageira, seguindo o pré-emurchecimento, até que o material atinja de 30 a 45% de massa seca, recolhida dentro do silo e compactada. Os percentuais de massa desaparecida durante a desidratação nos estádios fenológicos, em suas respectivas curvas estão expostos no quadro 1.

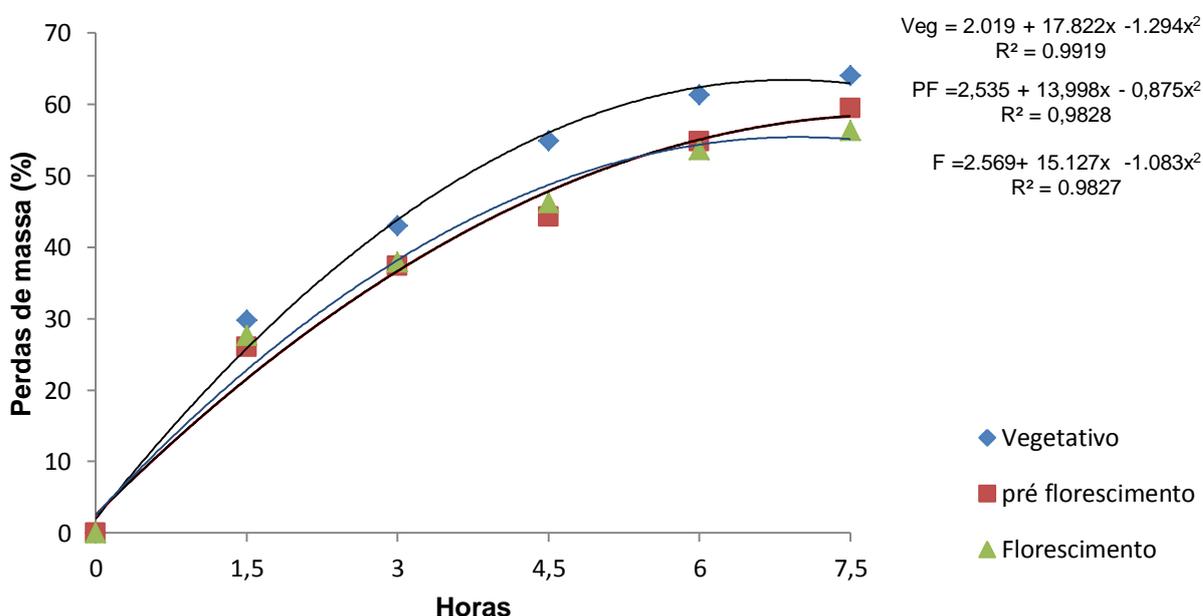


Figura 1 – Percentual de desidratação da massa verde de 0 a 7.5 horas em diferentes estádios fenológicos.

O desaparecimento de massa deu-se de maneira crescente no período avaliado, com tendência a estabilização após as 6 horas de exposição (que ocorreu próximo às 17:00). Isto ocorre devido à diminuição da temperatura e da luminosidade ocorridas nesse horário.

A perda de água, mesmo em condições ambientais ótimas não é uniforme, o período de secagem pode ser dividido em duas ou três fases, as quais diferem na duração, na taxa de perda de água e na resistência à desidratação (MACDONALD & CLARK, 1987). Na primeira fase, há rápida desidratação da forragem logo após o corte, reduzindo a umidade de 80 – 85% para teores ao redor de 65 – 60%. Nessa fase, a principal perda de água é por transpiração pelos estômatos. A segunda fase, é marcada pelo fechamento dos estômatos, e a perda de água ocorre por difusão celular através da epiderme e cutícula. Nessa fase, a umidade é reduzida de teores próximos a 60% para teores ao redor de 30%. Já na terceira fase, a perda de umidade se dá através de plasmólise, onde ocorre redução na umidade de 30% para 10 a 15% (HARRIS & TULLBERG, 1980; LAVEZZO & ANDRADE, 1994).

Segundo Pereira & Reis (2001) as folhas das gramíneas perdem água 15 vezes mais rápido que os caules, sendo que 25% da umidade dos caules é perdida através das folhas. Em vista disso, após o fechamento dos estômatos, a água é perdida através da cutícula. A alta umidade relativa (Tabela 2) pode ter contribuído para uma menor perda da massa cortada, vista a baixa capacidade de trocas gasosas do meio.

Tabela 2 – Variáveis climatológicas coletadas nos dias dos cortes, em cada estágio fenológico, Capão do Leão, 2013.

Data	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)	Velocidade do vento (km/h)	
	Média	Máxima	Mínima		Máxima	Média
10/09	23,7	34,6	15,6	78,5	24,1	4,3
26/09	13,1	18,5	7,9	84,8	9,4	2,6
17/10	19,4	21,7	17,8	86,3	12,7	3,4

Em outro estudo, Neres et al. (2011) destacam que, a taxa de secagem pode variar de acordo com as características estruturais da forrageira (coastcross, aveia e azevém), especialmente espessura do colmo, razão folha/colmo, interferindo no tempo de secagem e no teor final de matéria seca.

O tempo de desidratação auxiliou no aumento dos teores de MST da massa verde no estágio vegetativo, o que tende a contribuir para a adequada fermentação do ensilado (Tabela 3). Já no pré-florescimento, não houve diferença significativa, tanto entre os teores de MST em 0 e 4 horas, assim como comparados esses

horários com o florescimento. Isso demonstra que a desidratação não afeta o teor de umidade neste estágio. Com o desenvolvimento das plantas, observa-se diminuição no seu valor nutricional e conteúdo de água.

Pereira & Reis (2001) comentam que, do ponto de vista de desidratação, o avanço no estágio de desenvolvimento resulta em vantagem para o processo de perda de água, mas é prejudicial em termos de qualidade da forragem. Podem ser observadas perdas entre 1,8 a 30% de material ensilado quando houver umidade entre 70 e 82% (WEEKS & YEGAIN, 1965).

Tabela 3 – Teores de matéria seca total (MST), matéria mineral (MM) e orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA) e rendimento de massa seca (RMS) de biomassa pré-ensilada de azevém com diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológicos. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS, 2013.

	Vegetativo			Pré-Florescimento		Florescimento	R ²
	0	4	7	0	4	0	
MST**	14.38 ^d	25.29 ^c	32.12 ^b	51.09 ^a	48.58 ^a	48.82 ^a	0.94
MM*	11.68 ^a	8.62 ^b	8.55 ^b	8.55 ^b	7.55 ^c	7.02 ^c	0.88
MO*	88.32 ^c	91.38 ^b	91.45 ^b	91.45 ^b	92.45 ^b	92.98 ^a	0.88
PB*	19.63 ^a	16.64 ^b	15.23 ^c	12.20 ^d	11.08 ^e	7.67 ^f	0.99
FDN*	36.98 ^d	37.87 ^d	38.72 ^{cd}	40.15 ^c	42.58 ^b	53.52 ^a	0.96
FDA*	22.21 ^c	22.22 ^c	23.66 ^{bc}	23.82 ^{bc}	24.84 ^b	34.98 ^a	0.93
LDA*	4.04 ^c	4.30 ^c	4.35 ^c	5.35 ^b	5.72 ^b	8.23 ^a	0.91
RMS (kg.ha ⁻¹)	2055.4 ^c	2554.7 ^b	2703.3 ^b	5521.1 ^a	5392.3 ^a	5714.9 ^a	0.80

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Fisher (P<0,05).

*Valores expressos em porcentagem da matéria seca.

**Valores expressos em porcentagem da massa verde.

O teor de matéria orgânica foi maior no florescimento (Tabela 3), todavia, o menor valor desta variável foi encontrado no tempo 0 do vegetativo. Geralmente, plantas jovens possuem parede celular menos espessa e maior conteúdo intracelular. Com a maturidade, há aumento da produção de matéria seca por unidade de área, havendo, porém, diminuição do valor nutritivo do azevém devido a alterações na estrutura das plantas (COSTA et al., 2013; SKONIESKI et al., 2011). Dentre essas alterações estão o aumento na concentração de carboidratos fibrosos tais como a celulose, hemicelulose e a lignina e, paralelamente, diminuição do

conteúdo celular (PEREIRA & REIS, 2001; VAN SOEST, 1994; MINSON, 1990). Assim, maturidade é fator primário para o declínio da qualidade nutricional das plantas forrageiras, mesmo podendo ter influência de outros fatores sobre esta (KOZLOSKI et al., 2005).

Segundo Minson (1990), haverá redução dos teores proteicos nas forrageiras durante o processo de envelhecimento pelo aumento da proporção de talos e dos teores de fibra e redução da proporção de folhas. Foi observado que os teores de proteína decaíram significativamente com o avanço do ciclo da cultura e com o uso da desidratação (Tabela 3). A queda de aproximadamente 60% do teor de proteína na evolução fenológica da planta demonstra o efeito da maturação da planta na quantidade de nutrientes potencialmente digestíveis. As frações fibrosas foram mais elevadas no florescimento, tendo seus teores menos elevados no vegetativo, independente do tempo de desidratação utilizado.

O rendimento de massa seca foi menor no tempo 0 do vegetativo, sendo que, o pré florescimento e florescimento obtiveram rendimento semelhantes (Tabela 3). Em plantas com elevado teor de umidade, após o corte, os estômatos permanecem abertos até que a planta perca aproximadamente 20% da água de seus tecidos (PEREIRA & REIS, 2001). Em experimento realizado com aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), Berto & Mühlbach (1997) constataram que o emurchecimento resultou, em relação à forragem verde, em elevação dos teores de MS (15,3 para 31,2%) e de carboidratos solúveis (2,9 para 3,3%), assim, pode-se dizer que a planta segue a produção de foto-assimilados, até que ocorra o fechamento dos estômatos.

As variáveis climatológicas demonstraram pouca variação em relação às normais para o mesmo período (Tabela 4). O volume de chuvas nos meses de maio a agosto foi inferior à pluviosidade normal. Entretanto, como se trata de um Planossolo, onde pode haver dificuldade de drenagem ou, também baixa disponibilidade de água causado por um curto período de estiagem no estabelecimento da cultura, pode ter influenciado no acúmulo inicial de biomassa, visto que o azevém não tolera solos encharcados (FLORES, 2006) e também explicaria o baixo acúmulo de biomassa antes da uniformização.

Tabela 4 – Temperatura, precipitação, número de dias de precipitação e insolação total, observadas de maio a outubro de 2013 e normais para o mesmo período, no município do Capão do Leão.

		Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
Temperatura (°C)	O	14,6	12,5	11,6	4,2	15,7	17,5
	N	15,1	12,4	12,3	13,4	14,9	17,5
Precipitação (mm)	O	84,1	75,8	56,6	95,3	133,7	214,0
	N	100,7	105,7	146,0	117,4	123,7	100,7
Dias de precipitação	O	11	7	8	10	11	19
	N	9,2	10,5	18,4	9,7	10,8	10,6
Insolação Total	O	162,0	179,9	181,3	155,1	159,3	223,3
	N	177,7	171,1	149,9	160,9	161,5	199,9

O= Observadas;N=Normais.

Na silagem, houve diferença significativa nos teores de MST entre os tempos de desidratação e estádios fenológicos (Tabela 5). Durante a fermentação, ocorre liberação de gases resultantes da degradação de compostos solúveis. Isso explica, o comportamento dos teores de MO, da massa verde para a ensilada, principalmente, no estágio vegetativo e pré-florescimento. Assim, a MO na silagem, não apresentou diferença entre os tempos de desidratação do vegetativo e, entre os tempos 4 e 7 deste estágio com os dois tempos do pré-florescimento.

Griffths & Burns (2004) remetem ao fato que, forragens com teores de matéria seca abaixo de 30% podem resultar em ensilados com pouca fermentação e, além disso tendem a apresentar aumento nas perdas por efluentes.

As frações fibrosas se comportaram de maneira semelhante à pré-ensilagem, com valores aumentando conforme o avanço do ciclo da forrageira (Tabela 5). Além disso, os valores apresentam pouca variação em comparação aos encontrados na pré-ensilagem. Quando gramíneas amadurecem, elas se tornam mais fibrosas e sua qualidade forrageira diminui rapidamente (GRIFFTHS & BURNS, 2004), visto que, isto se reflete na diminuição do teor de minerais que se visualiza com o avanço do ciclo da planta.

Tabela 5 – Teores de matéria seca total (MST), matéria mineral (MM) e orgânica (MO), fibra em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA) e lipídios totais (LT) na silagem de azevém advinda de diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológicos. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS, 2013.

	Vegetativo			Pré-Florescimento		Florescimento	R ²
	0	4	7	0	4	0	
MST**	13,87 ^d	25,14 ^{bc}	29,32 ^b	23,31 ^c	29,29 ^b	44,59 ^a	0,98
MM*	10,84 ^a	10,02 ^{ab}	10,17 ^{ab}	10,63 ^{ab}	9,80 ^b	7,57 ^c	0,78
MO*	89,16 ^c	89,88 ^{bc}	89,83 ^{bc}	89,37 ^{bc}	90,20 ^b	92,42 ^a	0,78
FDN*	36,73 ^d	36,92 ^d	38,19 ^{dc}	39,82 ^c	41,74 ^b	52,94 ^a	0,96
FDA*	21,85 ^d	22,24 ^{cd}	23,36 ^c	23,86 ^{bc}	24,91 ^b	34,93 ^a	0,94
LDA*	3,85 ^c	4,01 ^c	4,06 ^c	5,42 ^b	5,76 ^b	8,16 ^a	0,97
LT*	5,30 ^a	4,69 ^a	4,50 ^{ba}	3,64 ^{bc}	3,43 ^{bc}	3,55 ^c	0,60

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Fisher (P<0,05).

*Valores expressos em porcentagem da matéria seca.

**Valores expressos em porcentagem da massa verde.

Lopes et al. (2008), avaliando silagens de tritcale em diferentes idades de corte, observaram valores de 48,20 e 29,40% de FDN e FDA, valores estes que são superados apenas pelo estágio de florescimento. Já Coan et al. (2001), avaliando silagens de aveia amarela do genótipo São Carlos e aveia-preta Comum, obtiveram valores médios de 60,5 e 37,25% para estas variáveis, respectivamente, demonstrando a alta qualidade que a silagem de azevém oferece, mesmo em comparação com outras gramíneas hibernais.

Os teores de lignina se mantiveram próximos aos encontrados por Hernández et al. (2002), de 5,35 e 5,29% da MS, respectivamente, para silagens de milho sem e com inoculante. Também Coan et al. (2001), trabalhando com silagem pré-secada, observaram teores de lignina de 5,2% em genótipos de tritcale e aveia.

A desidratação influenciou na concentração de proteína bruta da massa ensilada, apresentando diminuição no teor desta com a murcha do material (Tabela 6). A degradação de compostos nitrogenados pode ocorrer durante a desidratação da planta após o corte, tendo a liberação de amônia no conteúdo celular, como visto nos resultados de N-NH₃ (Tabela 6), e também amônia liberada durante a fermentação dentro do silo.

Tabela 6 – Teores de proteína bruta (PB) nitrogênio insolúvel em detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) na silagem de azevém advinda de diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológicos. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS, 2013.

	Vegetativo			Pré-Florescimento		Florescimento	R ²
	0	4	7	0	4	0	
PB*	18.23 ^a	16.48 ^b	16.79 ^b	11.32 ^c	11.17 ^c	6.59 ^d	0.97
NIDN*	0.60 ^f	0.68 ^e	0.78 ^d	0.87 ^c	0.95 ^b	1.06 ^a	0.97
NIDA*	0.27 ^d	0.32 ^c	0.50 ^b	0.52 ^b	0.57 ^a	0.59 ^a	0.96
pH	3.78 ^b	4.20 ^a	4.33 ^a	3.67 ^c	3.76 ^{bc}	3.71 ^{bc}	0.80
N-NH ₃ **	7.72 ^c	12.21 ^b	15.48 ^a	6.98 ^c	13.09 ^b	12.16 ^b	0.87

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Fisher (P<0,05).

*Valores expressos em porcentagem da matéria seca.

**Valores expressos em porcentagem do nitrogênio total.

A idade da planta também influenciou no teor de proteína bruta do ensilado, visto que a concentração deste nutriente decaiu quase 64% entre o estágio vegetativo e o de florescimento. Os teores de nitrogênio associado às frações fibrosas também aumentaram com o avanço do ciclo da planta e, também, com a desidratação (Tabela 6), fato que está de acordo com Blaser (1964), que descreve que os teores de NIDN, NIDA e FDN irão ser maiores com o avanço da maturidade da planta. Van Soest (1994) sugere que variações de 3 a 15% desta fração na MS estariam dentro da normalidade. Geralmente, os teores mais elevados de NIDA estão associados à formação de compostos de Maillard, em decorrência da elevação da temperatura nos silos (EVANGELISTA et al., 2004).

No caso da desidratação pode-se dizer que a fração proteica que oscilou foi a presente no conteúdo celular, já que esta está em moléculas mais reativas no citosol. Nos estádios fisiológicos isto se deve ao aumento natural dos carboidratos estruturais com o avanço do ciclo da forrageira. Conforme Deschamps (1999), o aumento da deposição de lignina e as reduções nos teores de proteína bruta parecem ser as principais alterações químicas observadas na composição da matéria seca.

O pH sofreu elevação com a desidratação no estágio vegetativo, onde os níveis de N-NH₃ também aumentaram nos tempos 4 e 7 (Tabela 6). Este fato pode

estar relacionado à concentração tanto carboidratos solúveis (de amônia quanto de minerais que, com a desidratação foram proporcionalmente aumentados no conteúdo de água existente, atuando com tampão na silagem.

Nos estádios subsequentes houve também aumento de amônia, entretanto, o conteúdo de minerais foi menor, diminuindo o poder tampão da massa ensilada. Apesar dessas variações, os valores de pH encontrados estão em níveis adequados. Segundo Nussio et al. (2001), este deve estar entre 3,6 – 4,5 pois, valores nesta faixa são responsáveis pela inibição do crescimento de microrganismos anaeróbicos indesejáveis, como os do gênero *Clostridium ssp.* Um bom processo de ensilagem é aquele capaz de promover rápida queda do pH da forrageira, propiciando ambiente anaeróbico e população satisfatória de bactérias produtoras de ácido láctico (McDONALD et al., 1991).

Menores teores de nitrogênio amoniacal indicam menor intensidade de proteólise durante o processo de fermentação, como resultado da menor atuação de bactérias do gênero *Clostridium* (MCDONALD et al., 1991, MUCK & SHINNERS, 2001). Entretanto, o teor de N-NH₃ aumentou com a utilização da desidratação e com o avanço do ciclo da forrageira, o que contraria a afirmação destes autores. Ainda, Woolford (1984) e McDonald et al. (1991), na classificação das silagens quanto ao teor de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total, consideram como: muito boa quando os valores são inferiores a 10%; aceitável de 10 a 15%; e insatisfatória quando os valores se situam acima de 20%.

4.4 CONCLUSÕES

A introdução do manejo de desidratação auxiliou na perda de umidade da forragem, com perda na quantidade de nitrogênio no estágio vegetativo. Já no pré-florescimento, esta perda não ocorre.

O avanço do ciclo de desenvolvimento da forrageira ocasiona diminuição na quantidade de nutrientes presentes na biomassa, entretanto a produção de forragem é aumentada consideravelmente.

A silagem apresentou composição bromatológica semelhante à observada na massa verde de azevém, demonstrando a eficiência do método de conservação.

A confecção da silagem em estádios mais avançados é aconselhada quando se busca maior quantidade de biomassa ensilada porém, esta será de menor qualidade que a confeccionada em estádios mais jovens. Estes por sua vez, terão maior conteúdo nutritivo, com menor rendimento de biomassa.

CAPÍTULO 2

DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* E *IN SITU* DA SILAGEM DE AZEVÉM COM DIFERENTES TEMPOS DE DESIDRATAÇÃO DA MASSA VERDE EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

5.1 INTRODUÇÃO

O crescente avanço das fronteiras agrícolas e a competição por áreas agricultáveis, característica do competitivo cultivo de comódites como a soja e milho, tem exigido uma intensificação dos sistemas produtivos pecuários. Neste cenário, para que a bovinocultura de corte e leite se tornem competitivas, é essencial o aumento da lucratividade dos sistemas produtivos, ao passo que, um dos principais pontos limitantes para um bom desempenho, ainda está relacionado à baixa oferta, qualidade e constância de alimento.

Em regiões de clima temperado, regiões subtropicais até mesmo em regiões tropicais de altitude, desde que apresentando invernos frios, o Azevém pode representar uma importante alternativa para manutenção do desempenho de ruminantes. Pois, em boas condições de manejo apresenta alta produção e capacidade de rebrote, boa capacidade de perfilhamento, bom valor nutritivo, sendo de fácil implantação e apresentando alta ressemeadura natural.

Mundialmente uma das principais ferramentas utilizadas para manutenção da constância produtiva e qualitativa das forrageiras utilizadas na nutrição de ruminantes consiste no processo de ensilagem. Inicialmente descrita como uma alternativa de conservação de forrageiras para utilização em momentos de escassez, hoje faz parte da base alimentar de rebanhos mais tecnificados, sendo utilizada ininterruptamente.

Muitos estudos foram realizados demonstrando a eficácia do azevém, tanto como base alimentar nos períodos hibernal de sistemas pecuários, como sua aplicabilidade e características. Entretanto, poucos trabalhos relatam as características, qualidade e eficiência de métodos de conservação de sua biomassa (COSTA, 2014). Estes se fazem necessários, pois, por apresentar elevados teores de umidade em seu estágio vegetativo, é imprescindível conhecer qual o melhor momento para ensilar sem perder suas características nutricionais que o tornam uma forragem nobre, assim como , qual o melhor momento para realização desse processo.

Segundo Kung (2002), a produção de silagem de azevém deve obedecer ao tempo de secagem da massa verde para não haver perdas de nutrientes digestíveis.

Normalmente, são conduzidos estudos *in vivo* para prever a digestibilidade

dos alimentos para ruminantes. Silveira (2006) descreve que este tipo de requer longo tempo para se obter resultados, tem custos relativamente altos com animais, alimentação, estrutura física, análises laboratoriais e permite avaliar um número limitado de alimentos em cada ensaio. Em contrapartida, foram desenvolvidas metodologias laboratoriais com custos e tempo expressivamente mais baixos para estimar a digestibilidade dos alimentos, digestibilidade *in situ* e *in vitro*.

Esse estudo tem por objetivo conhecer a curva degradabilidade ruminal da silagem de azevém em diferentes estágios fenológicos e diferentes tempos de desidratação da biomassa, como sua digestibilidade ruminal *in vitro* e *in situ* em horários distintos pré-determinados.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Implantação:

A implantação foi realizada em abril de 2013, em área experimental pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) localizado no município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.. Foi realizada semeadura em linha, com densidade de 20 kg.ha⁻¹ de sementes puras viáveis. O solo é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (STRECK, 2008). O clima da região é o subtropical úmido (Cfa), segundo classificação de Köppen.

O solo foi devidamente preparado com aração e duas gradagens, corrigido e adubado, conforme recomendação da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos e Tecidos Vegetais dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ROLAS) para pastagens hibernais, seguindo a análise de solo.

A adubação de cobertura foi realizada inicialmente com a aplicação de 80 kg.ha⁻¹ de ureia. Quando as plantas atingiram 30 cm de altura, procedeu-se o corte de emparelhamento para proporcionar uniformização do dossel forrageiro, sendo posteriormente aplicado 100 kg.ha⁻¹ de ureia. Todos os cortes foram realizados a 7 cm do solo (MEDEIROS & NABINGER, 2001).

5.2.2 Delineamento experimental e ensilagem:

O delineamento experimental foi o de blocos completos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Para avaliar os efeitos do ciclo vegetativo foram

testados os estádios: Vegetativo, quando as plantas alcançaram novamente altura de 30 cm; Pré-florescimento, ao aparecimento de 20% de inflorescências; e Florescimento pleno, quando 20% de espiguetas apresentavam grãos formados.

Para a escolha dos tempos de pré-secagem que seriam utilizados, no ano de 2012 foi realizado um experimento piloto. Com estas informações foi estabelecido que, no vegetativo, pelo alto teor de umidade, foram determinados 3 diferentes tempos de murcha: T0 - corte e ensilagem imediata; T4 – corte e pré-secagem de 4 horas antes de ensilar e; T7 - corte e pré-secagem de 7 horas antes de ensilar. Para o estágio pré-florescimento, T0 e T4 e no florescimento pleno, pelo baixo teor de umidade, não foi procedida pré-secagem, sendo realizada a ensilagem do material logo após o corte.

O material verde foi picado em partículas de aproximadamente 5 cm utilizando picador estacionário, ensilado em micro-silos de pvc. Após quatro meses da ensilagem, os micro-silos foram abertos, retirando-se amostras para posteriores análises. Estas, foram secas durante 72 horas em estufa de ar forçado a 55°C, e, após, moídas a 2 mm.

5.2.2 Digestibilidade *in vitro*:

Foram conduzidos três ensaios de digestibilidade *in vitro* convencional com duração de 48 horas e outros três de 24 horas através método adaptado de GOERING e VAN SOEST (1970). Em cada ensaio aproximadamente 0,5 g de cada amostra pré-seca foi pesada em saquinho de poliéster (tamanho 3 x 4 cm, porosidade de 50 µm) e incubada em frascos de vidro com capacidade para 2 L, equipados com válvula de Bunsen e mantidos em incubadora TECNAL® a 39°C com sistema de rotação contínuo. Para o meio de incubação, foram coletadas alíquotas de líquido ruminal de quatro vacas Jersey fistuladas no rúmen, mantidas em pastagem e sal mineral *ad libitum*. Após a coleta, o líquido foi filtrado em duas camadas de gaze e mantido a 39°C sob injeção contínua de gás carbônico. O tampão confeccionado foi descrito pela ANKOM®, e manteve-se uma relação 8:2 tampão/fluído.

Em cada frasco foi adicionado 2 L de meio de incubação e as amostras contidas nos saquinhos (i.e. equivalente a 1 g de amostra/ 100 mL do meio de incubação). Após o período de incubação os saquinhos foram lavados com água corrente e, posteriormente, mantidos em solução fisiológica (9g de NaCl.L⁻¹ de água

destilada) durante 5 minutos e lavados novamente em água destilada. Após, foram colocados em estufa com ventilação forçada a 105°C por no mínimo 8 horas sendo posteriormente pesados. Esses, foram tratados com solução em detergente neutro a 110°C, durante 40 minutos em autoclave (SENGER et al, 2008), lavados em água corrente e secos em estufa à 105°C, pesados e o resíduo levado a mufla a 600°C por 4hs. Os valores da digestibilidade verdadeira da matéria orgânica (DVMO (foram determinados considerando os teores de MO da amostra e dos resíduos após a incubação.

5.2.3 Degradabilidade *in situ*:

Foram realizados três ensaios de degradabilidade *in situ* em quatro vacas da raça Jersey, fistuladas ruminalmente e recebendo forragem e sal mineral à vontade. No período que antecedia a incubação (12 horas) os animais foram mantidos em jejum. Para a incubação, foram pesadas 1 g de amostra em sacos de poliéster (5 x 5 cm e porosidade de 50 µm), proporcionando uma relação de 15 mg de amostra.cm⁻² de saco, os quais foram selados e incubados em duplicatas por horário por animal. Para isso, os saquinhos foram colocados dentro de sacos maiores de tecido sintético com alta porosidade sendo esse preso a pesos de metal utilizados em pesca a fim de manter os sacos na parte ventral do rúmen, e fixado externamente com uma corda de náilon.

As amostras foram incubadas sequencialmente durante 3, 6, 9, 12, 24, 48 e 72 horas com retirada conjunta de todas as amostras ao final das 72 horas de incubação. Em cada animal foram incubados todos os tratamentos (6 tempos de desidratação x 7 tempos de incubação x 4 replicatas (tempos de desidratação) x 4 repetições (animais).

Após a retirada, todos os sacos foram lavados em água corrente até a água fluir límpida. Posteriormente, foram mantidos submersos por 15 minutos em uma solução de dissociação das bactérias (WHITEHOUSE et al., 1994), para eliminar qualquer contaminação microbiana, lavados, colocados em estufa a 105° C por 8 horas, e pesados. O resíduo das amostras dos horários 24, 48 e 72 horas foram submetidos ao mesmo processo em detergente neutro descrito anteriormente para predizer a digestibilidade total desta técnica. O resultado final foi obtido através dos valores médios do desaparecimento da matéria seca da amostra de cada tratamento nos respectivos tempos de incubação e diminuídos da APS incubada.

5.2.4 Análise estatística:

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste *DMS* de Fisher, a 5% de significância. Em caso de interação para digestibilidade total, as médias foram comparadas pelo teste *t* de Student. Já os dados de degradabilidade ruminal, após análise de variância, foram submetidos à análise de regressão. As análises foram procedidas com o auxílio do procedimento *GLM* do pacote estatístico SAS 9.0.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar a Digestibilidade *in vitro* da MO (Tabela 1) dos materiais em estudo observou-se efeitos tanto referentes ao estágio fenológico quanto relacionados ao tempo de pré-murcha, independente do tempo de digestão (24 ou 48 horas). As reduções na digestibilidade com o avanço do ciclo de desenvolvimento das plantas é amplamente discutido, isso ocorre devido ao acúmulo de carboidratos estruturais (VAN SOEST, 1994) e também diminuição do conteúdo celular.

Reforçando essas pressuposições observou-se nesse estudo, correlações negativas entre a DIVMS e os teores de: FDN ($P < 0.0001$, $R = -0.92$), FDA ($P < 0.0001$, $r = -0.87$), assim como do teor de LDA ($P < 0.0001$, $R = -0.94$) do material ensilado. Já a PB, apresentou alta correlação positiva ($P < 0.0001$, $R = 0.92$). Wilkins (1969) comenta que, com o aumento de carboidratos estruturais ocorre paralelamente aumento nos teores de lignina. A lignificação restringe a atuação das enzimas digestivas produzidas pelos microrganismos do rúmen e, conseqüentemente, diminui a digestibilidade.

A idade da planta também contribui na velocidade de degradação da parede celular, visto que, uma fração bem maior de compostos é degradada nas primeiras 24 horas na silagem de plantas jovens, entretanto, isto não se repete em plantas de fim de ciclo produtivo.

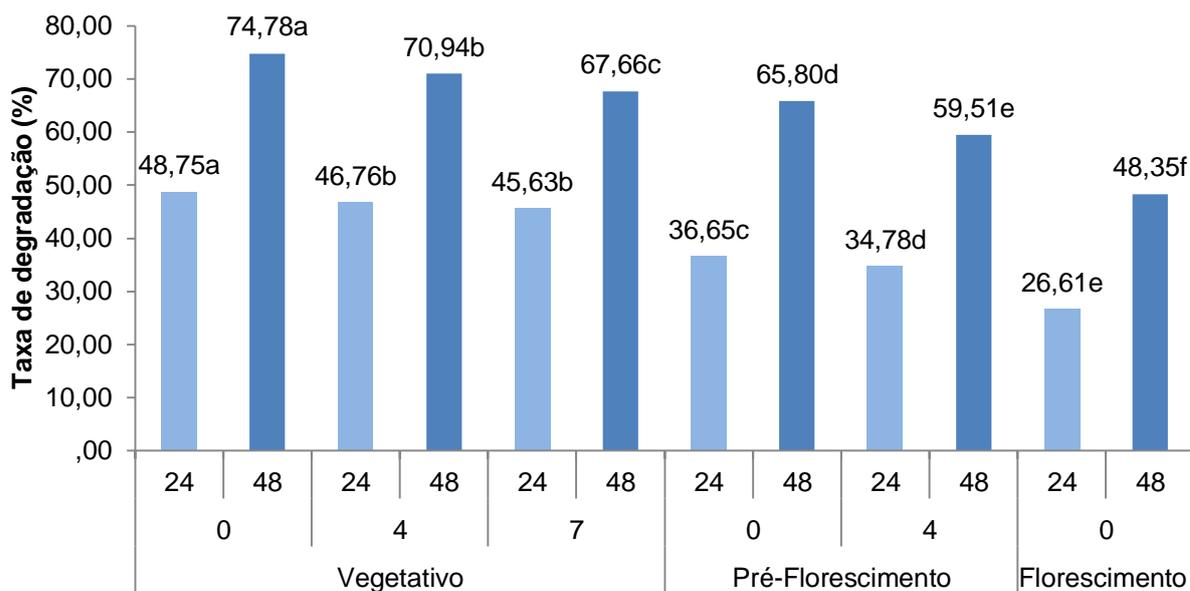


Figura 1– Digestibilidade *in vitro* (24 e 48 horas) de biomassa ensilada de azevém com diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológicos. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS, 2013.

Piwonka & Firkins (1993) descreveram que o pico de atividade microbiana é após 24 horas de incubação, concluindo-se que este seria o tempo necessário para a colonização máxima da flora ruminal em torno da fibra. Este fato está relacionado diretamente à quantidade de carboidratos totais presentes na biomassa. Segundo Balsalobre et al.(2003), a variação na qualidade dessa fração interfere diretamente na disponibilidade de energia para o ruminante, ou seja, o avanço da idade da planta causa aumento nos constituintes da parede celular, diminuindo assim os teores de carboidratos não-fibrosos e conseqüentemente o fornecimento de energia de rápida degradação para os microrganismos ruminais.

A técnica *in situ* apresentou valores finais da degradabilidade da silagem de azevém semelhantes aos encontrados na técnica *in vitro*, embora os resultados tenham sido alcançados com 72 horas de incubação da amostra. Isso pode estar ligado ao fato de que a primeira técnica, por utilizar diretamente o animal, induz a amostra aos mais diferentes processos da degradabilidade dentro do rúmen.

Conforme Reid (1984) existem diversos fatores que determinam a passagem de partículas pelo rúmen, dentre eles outras partículas apropriadas junto ao orifício retículo-omasal. Mesmo com jejum de 12 horas pré-incubação, ainda há competitividade com outro alimento pastejado, retardando em algum momento o início da digestão da parte fibrosa do alimento avaliado. No ambiente ruminal, a

densidade e o tamanho de partículas irão afetar no lag time (tempo para a bactéria se aderir e começar a degradação do alimento), como também na degradabilidade total. Assim, partículas de maior densidade tendem a se depositar no saco ventral do rúmen, e partículas mais leves irão ficar na superfície (CAMPLING & FREER, 1962). Além disso, o crescimento da população microbiana varia com as condições do ambiente ruminal, tais como temperatura, pH, pressão osmótica, produtos da fermentação e baixa concentração de oxigênio (TEIXEIRA, 1992). Então, na técnica *in vitro*, as amostras ficaram em um ambiente onde essas variáveis foram menos negativas, sem competitividade com outro alimento e em contato direto com a flora ruminal durante todo o processo.

A taxa de degradabilidade ruminal *in situ* apresentou comportamento semelhante a DIVMS, tanto como efeito do tempo de desidratação, como para o avanço dos estádios fenológicos (Tabela 2), tendo as mesmas justificativas para esse comportamento. Este comportamento está relacionado com o tempo necessário para que ocorra a aderência das bactérias à parede celular e completa degradação, que, segundo Orskov & Hovell (1980), deve ser em torno de 60 horas, variando conforme forrageira (tropical ou temperada), sua forma de apresentação e estágio fenológico.

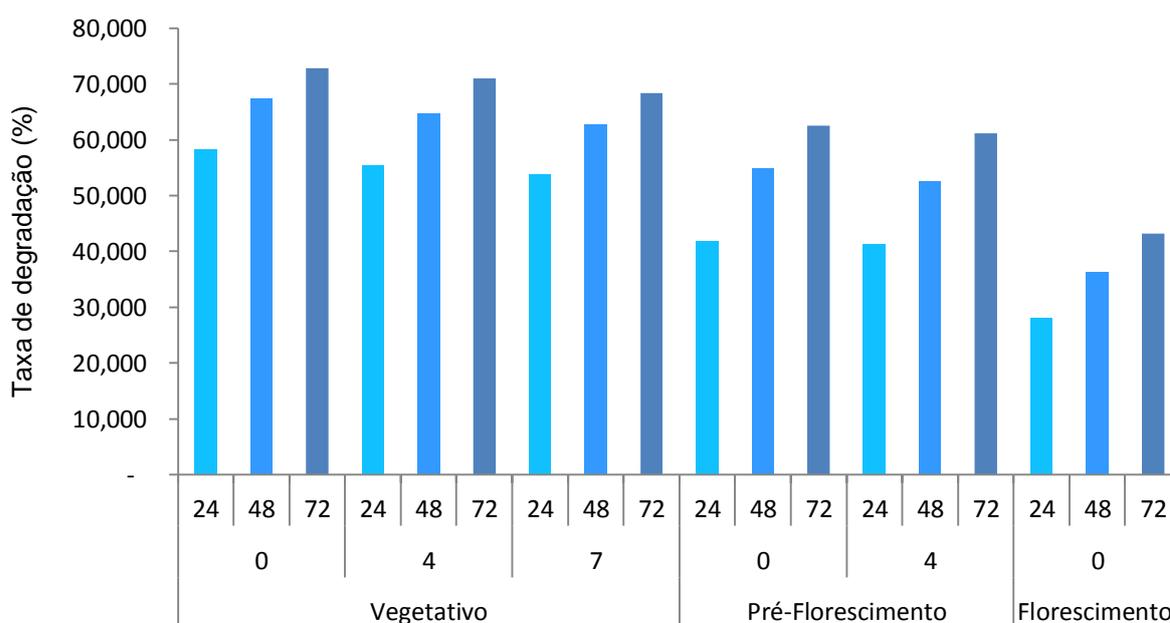


Figura 2 – Digestibilidade *in situ* de biomassa ensilada de azevém com diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológicos. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS, 2013.

Os maiores valores de digestibilidade foram encontrados às 72 horas de incubação (Tabela 1), embora as maiores taxas de degradação foram entre 24 e 48 horas.

Comportamento semelhante ocorreu, sob influência da desidratação, onde, a digestibilidade foi afetada negativamente conforme se aumentou o tempo. Weimer (1996) relata que, para o início da digestão ruminal do alimento, deve acontecer a aderência a bactéria a partícula deste. Para ocorrer a adesão, a celulase começa a agir no glicocálice, degradando a fibra (CHENG & COSTERTON, 1986).

Com o espessamento da parede celular, ocasionado pelo avanço da idade da planta, essa adesão será prejudicada, visto que a flora ruminal é incapaz de digerir lignina, composto fenólico que dá estrutura a esta parede. Uma vez prejudicada esta aderência, acontecerá a diminuição do tempo em que os microrganismos ficarão aderidos, diminuindo a digestibilidade da planta. Outra consequência é, que com pouco tempo de aderência, terá menos substrato para o crescimento microbiano, principalmente bacteriano, dificultando a digestão total do alimento pela baixa da população microbiana ruminal.

Tabela 1 – Digestibilidade *in situ*, em diferentes horários de incubação, de biomassa ensilada de azevém com diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológicos. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS, 2013.

Tempo de incubação	Vegetativo			Pré-Florescimento		Florescimento
	0	4	7	0	4	0
24	58,12cA	55,45cB	53,80cC	41,72cD	41,26cD	28,08cE
48	67,29bA	64,70bB	62,80bC	54,81bD	52,55bE	36,36bF
72	72,85aA	71,03aB	68,37aC	62,52aD	61,16aE	43,23aF

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste *t* de Student ($P \leq 0,05$).

Após a ceifa da planta, se inicia o processo de degradação dos carboidratos solúveis com a respiração celular. Isto diminui a fração mais degradável da planta, influenciando diretamente na digestibilidade do material, mais evidenciado no estágio vegetativo, entretanto isso pode variar entre espécies forrageiras. BERTO & MÜHLBACH (1997) constataram que o emurchecimento da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) resultou, em relação à forragem verde, em elevação dos teores de carboidratos solúveis de 2,9 para 3,3%. Outro ponto importante é o teor de lignina

(Tabela 2), pois a digestibilidade da FDN é regulada, principalmente, pelo teor de lignina do alimento (NRC, 2001), ficando explícita esta variação tanto no vegetativo, quanto no pré-florescimento.

Tabela 2 – Teores de orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA) e rendimento de massa seca (RMS) de biomassa pré-ensilada de azevém com diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológicos. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS, 2013.

	Vegetativo			Pré-Florescimento		Florescimento
	0	4	7	0	4	0
MO*	88.32	91.38	91.45	91.45	92.45	92.98
PB*	19.63	16.64	15.23	12.20	11.08	7.67
FDN*	36.98	37.87	38.72	40.15	42.58	53.52
FDA*	22.21	22.22	23.66	23.82	24.84	34.98
LDA*	4.04	4.30	4.35	5.35	5.72	8.23

*Valores expressos em porcentagem da matéria seca.

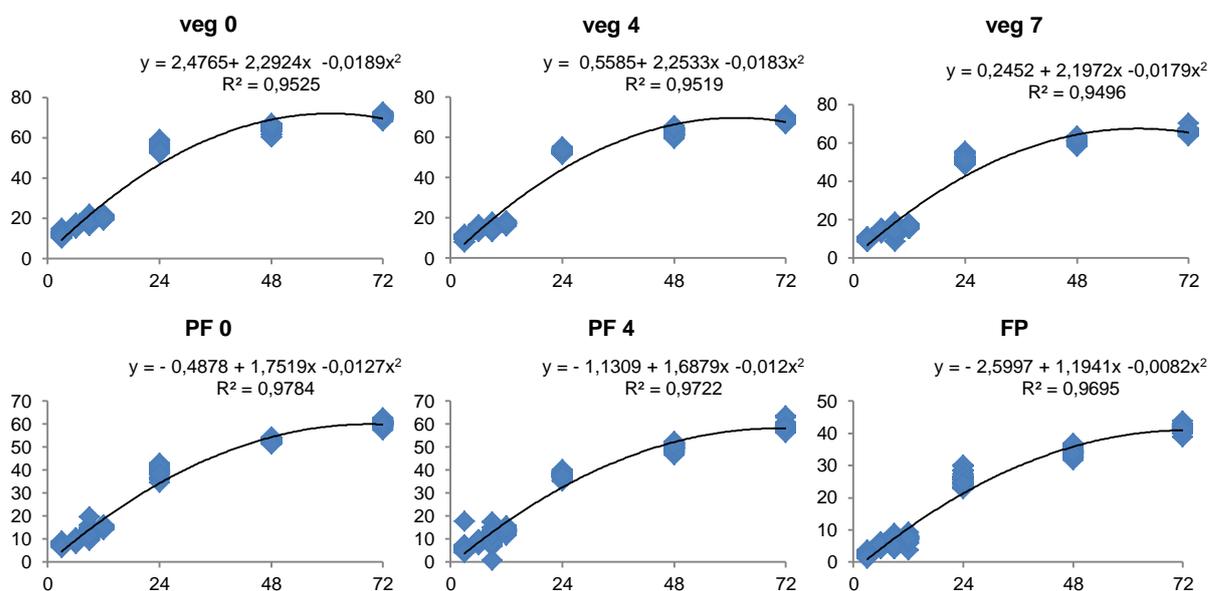
Durante o envelhecimento haverá redução nos teores de proteína bruta das forrageiras, acarretando aumento da proporção de talos e dos teores de fibra e redução da proporção de folhas (MINSON, 1990). Junto com a porção fibrosa, a quantidade de proteína disponível para os micro-organismos é um fator limitante para sua proliferação, e conseqüente, digestão do alimento. A digestão de proteína resulta em grande parte, na produção de amônia. A microflora do rúmen irá utilizar esta como principal fonte para a síntese da proteína microbiana, e a velocidade de sua utilização será maior quando houver carboidratos solúveis disponíveis para a multiplicação destes micro-organismos.

Plantas no florescimento pleno, além de apresentarem baixos teores de carboidratos solúveis, também apresentam baixos teores proteicos, além desta proteína estar menos disponível para serem digeridas devido ao espessamento da parede e de sua ligação com a lignina (VAN SOEST, 1994). A conseqüência disto é menores taxas de degradabilidade e aproveitamento desta forrageira. Assim como o estágio fenológico, o processo prolongado de desidratação também afetará os teores proteicos e de carboidratos solúveis (Tabela 2), resultando em menos

substratos para a digestão plena da silagem.

No pré-florescimento, como a planta mobiliza nutrientes para a espiguetas, a perda de nutrientes durante a desidratação não foi detectada. Outro fato importante é a formação de produtos de Maillard em silagens superaquecidas promove diminuição acentuada na digestibilidade da proteína, uma vez que se podem observar aumentos consideráveis nos teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), o qual não é disponível para os microrganismos do rúmen (VAN SOEST, 1994).

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Souza et al. (2015) que encontrou DIVMS de diferentes forrageiras oscilando entre 58,27 e 64,73% da MS. Já Andrae et al. (2001) e Brondani et al (2003), avaliando silagens de milho, encontraram valores de digestibilidade da MO de 73,9 e 74,38 respectivamente. Já a curva de degradação ruminal apresentou comportamento diferenciado com o avanço do ciclo produtivo das plantas e também com o uso da desidratação (quadro 3). A quantidade de MS desaparecida por unidade de tempo foi diminuindo desde o tempo 0 do vegetativo, até o florescimento (2, 29% MS. Hora⁻¹ no vegetativo para 1,19% MS.Hora⁻¹ no florescimento).



Onde: Eixo x = Tempo em horas;
Eixo y = Taxa de degradação (%).

Figura 3 – Curva de degradação *in situ* (3 a 72 horas) de biomassa ensilada de azevém com diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológicos. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS, 2013.

A quantidade de MS degradada nas primeiras horas de incubação também variou. No vegetativo, grande parte da MS foi degradada até as 48 horas, sendo que, grande parte da degradação ocorreu até as 24 horas. Como citado anteriormente, nas 24 horas ocorre o pico de aderência microbiana. Assim, no vegetativo, como há maior concentração de nutrientes solúveis, em relação aos demais estádios, grande parte destes compostos é degradada rapidamente, principalmente aqueles que não estão complexados com a parede celular. Nos demais estádios, há maior concentração de carboidratos estruturais e lignina, todavia, aumentam também, a quantidade de nutrientes aderidos a estes compostos.

Como fator de complicação, os alimentos volumosos, apresentam grande variação em sua composição e na taxa de degradação de seus componentes, conforme a espécie forrageira, idade da planta, época do ano, adubação do solo e manejo empregado (VAN SOEST et al., 1991; VAN SOEST, 1994)

A velocidade de degradação é afetada, principalmente, pelo teor de FDN da forrageira. Com o aumento do conteúdo FDN, ocorre diminuição da velocidade de degradação da MS (Figura 3) devido a dificuldade de quebra dessas moléculas pelas bactérias. Em vias gerais, isso também afeta a taxa de passagem do alimento pois, quanto menor a velocidade de degradação, maior é o tempo de permanência do alimento no rúmen (KOZLOSKI, 2012).

As amostras do estágio vegetativo apresentaram valores superiores ao demais estágio, principalmente nas primeiras 3 horas de incubação. Plantas mais jovens apresentam teores maiores de carboidratos solúveis como o amido e a pectina. Ambos são rapidamente digeridos no rúmen, mesmo que a pectina seja parte da parede celular (SNIFFEN et al, 1992; PATTON, 1994).

5.4 CONCLUSÕES

A digestibilidade da massa ensilada de azevém foi influenciada, tanto pelos tempos de desidratação, quanto pela idade da planta, sendo que, o tempo 0 do vegetativo apresentou alta proporção de componentes degradáveis, apresentando maior taxa de degradação até as 24 horas de incubação.

A digestibilidade *in vitro* da silagem foi maior que a *in situ* até as 48 horas.

Maior digestibilidade da biomassa foi apresentada pelo tempo 0 do estágio vegetativo, para ambas as técnicas de digestibilidade empregadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Experimento:

A introdução do manejo de desidratação auxiliou na perda de umidade da forragem, com perda na quantidade de nitrogênio no estágio vegetativo. Já no pré-florescimento, esta perda não ocorre.

A silagem apresentou composição bromatológica semelhante à observada na massa verde de azevém, demonstrando a eficiência do método de conservação.

A digestibilidade da massa ensilada de azevém foi influenciada, tanto pelos tempos de desidratação, quanto pela idade da planta, sendo que, o tempo 0 do vegetativo apresentou alta proporção de componentes degradáveis, apresentando maior taxa de degradação até as 24 horas de incubação.

O uso da ensilagem no estágio vegetativo apresenta vantagens quanto à qualidade química e degradabilidade ruminal. Ainda possibilita a realização de mais colheitas de material devido a capacidade de rebrota, o que não ocorre em outros estádios fenológicos

Doutorado Sanduíche

Só tenho a agradecer por esta oportunidade. Os conhecimentos adquiridos foram de grande valia para toda minha formação, pessoal, profissional e cultural. Ter uma oportunidade como esta, é para poucos.

Tive a oportunidade de ter acesso e trabalhar com equipamentos laboratoriais, os quais nunca tive contato anteriormente, realizando análises de cromatografia líquida e gasosa. Aprimorar meus conhecimentos na área de qualidade da carne e ver o quanto a nutrição de precisão que tanto prezamos, irá influenciar no produto final que irá chegar ao consumidor.

O intercâmbio também foi de troca de experiências, onde pude demonstrar os meus conhecimentos em algumas análises, auxiliando as pesquisas do grupo.

Conhecer outra cultura, e “outros métodos de fazer pesquisa” , foram os principais objetivos alcançados com esta experiência.

REFERÊNCIAS

ALCALDE, C. R.; MACHADO, R. M.; SANTOS, G. T.; PICOLLI, R.; JOBIM, C. C. Digestibilidade in vitro de alimentos com inóculos de líquido de rúmen ou de fezes de bovinos. **Acta Scientiarum**. v. 23, n. 4, p. 917-921, 2001.

ALVES DE BRITO, C.J.F.A.; RODELLA, R.A.; DESCHAMPS, F.C., ALQUINI, Y.. Anatomia quantitativa e degradação in vitro de cultivares capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p. 223-229, 1999.

ANDRAE, J.G.; HUNT, C.W.; PRITCHARD, G.T.; KENNINGTON, L.R.; HARRISON, J.H.; KEZAR W, MAHANNA W. Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. **Journal of Animal Science**, Lancaster, v. 79, p. 2268–2275, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12^a ed. Washington, D.C. 1995.

ASSIS, M. A.; SANTOS, G. T.; CECATO, U.; DAMASCENO, J. C.; PETIT, H. V.; BETT, V.; GOMES, L. H.; DANIEL, M. Degradabilidade in situ de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas ou não a adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum**. v. 21, n. 3, p. 657-663, 1999.

BALSALOBRE, M. A. A.; SANTOS, P. M.; MAYA, F. L. A.; PENATI, M. A.; CORSI, M. Pastagens Irrigadas. In: Peixoto, A. M.; de Moura, J. C.; Pedreira, C.G.S.; de Faria, V.P. Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 20. **Anais**. Piracicaba, 2003.

BARBHUIYA, S. A.; BASHEER, P. A. M.; CLARK, M. W. et al. An investigation into the behavior of concrete containing sweater-neutralized bauxite refinery residues in silage effluent. **Biosystems Engineering**, v. 106, p. 433-439, 2010.

BARRIÈRE, Y.; GUILLET, C.; GOFFNER, D.; PICHON, M. Genetic variation and breeding strategies for improved cell wall digestibility in annual forage crops: a review. **Animal Research**, v.52, p.193-228, 2003.

BARTHOLOMEW, P. W., WILLIAMS, R. D. Establishment of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) by self-seeding as affected by cutting date and degree of herbage removal in spring in pastures of the southern Great Plains of the United States. **Grass and Forage Science**, n.64, v.2, p.177–186, 2009.

BARRY, M.; COLLERAN, E. Silage effluent digestion by an upflow anaerobic filter. **Water Research**, v. 18, p. 827-832, 1984.

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. (Ed.). *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 583 p.

BERNARD, J. K. Ryegrass silage in the South East US. Florida In: **Dairy Production Conference**, 2003. Disponível em <http://dairy.ifas.ufl.edu/dpc/2003/Proceedings.pdf#page=46>. Acesso em 19 de junho de 2013.

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

BLASER, R. E. Symposium on forage utilization. Effects of fertility levels and stage of maturity on forage nutritive value. **Journal of Animal Science**, v.23, n.1, p. 246-253, 1964.

BOIN, C. Produção animal em pastos adubados. In: MATTOS, H.B. et al. (ed.) **Calagem e Adubação de Pastagens**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e Fósforo, 1986. p. 383-419.

BRONDANI, I.L.; SAMPAIO, A.A.M.; RESTLE, J.; GALATI, R.L.; MENEZES, L.F.G.; SANTOS, A.P.; LEITE, D.T.; NÖRNBERG, J.L. Degradabilidade da silagem de milho e de dietas completas com dois níveis de energia testadas em duas raças bovinas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

CAMPLING, R. C., FREER, M. The effect of specific gravity and size on the mean retention time of inert particles in the alimentary tract of the cow. **British Journal of Nutrition** v.16, p 507-518, 1962.

CASTAGNARA, D. D.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R.; JOBIM, C. C.; TRÊS, T. T.; MESQUITA, E.E.; ZAMBOM, M. A. Use of a conditioning unit at the haymaking of Tifton 85 overseeded with *Avena sativa* or *Lolium multiflorum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF v. 41, n. 6, p. 353-1359, 2012

CASTRO, J.J.; MULLIS, N.; BARNARD, J.K.; WEST, J.W.. **Effect of ryegrass**

silage dry matter content on the performance of lactating holstein cows.

Academic document. University of Georgia, 2008. Disponível em:

<http://www.ads.uga.edu/documents/EffectofRyegrassSilageDryMatterContentonthePerformanceofLactatingHolsteinCows.pdf>. Acesso em: 24 de junho de 2013.

CAVALHEIRO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.R., p.13-28, 2008.

CHENG, K.H.; COSTERTON, J.W. **Microbial adhesion and colonization within the digestive tract**. In: BARNES, E.M.; MEAD, G.C. Anaerobic bacteria in habitats other than man. LONDON: Blackwell Sci. Publ., p. 239-262. 1986.

CHRISTIANEN, M., DE BRUYNE, L., 2002. **Een goede graskuil moet je verdienen**. Landbouw & Techniek, 2002 (24 mai) 45-47.

COAN, R.M.; FREITAS, D.; REIS, R.A.; NAKAGI, S.S. 2003. Volumosos Suplementares: Estratégias para Entressafra. In: **Gestão Competitiva para a Pecuária**. FUNEP, Jaboticabal, SP, p.115-146.

COAN, R. M.; FREITAS, D.; REIS, 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.

CONFORTIN, A. C. C. **Dinâmica do crescimento de azevém anual submetido a diferentes intensidades de pastejo**. 2009. 98p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009

COSTA, O. A. D. **Avaliação de cultivares de azevém para produção de feno em diferentes estádios fenológicos**. 2014. 50f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Área de concentração: Pastagens. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2014.

COSTA, O. A. D.; BRONDANI, W. C.; OLIVEIRA, L. V.; DE CONTO, L.; KRONING, A. B.; SILVEIRA, F. A.; SELL, C. M.; FERREIRA, O. G. L. Análise de crescimento de diferentes cultivares de azevém sob regime de corte. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 23., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Zootecnia, 2013.

DESCHAMPS, F. C. Implicações do período de crescimento na composição química e digestão dos tecidos de cultivares de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, 1358-1369, 1999.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S.; CAMPOS, J. M. S.; PAULINO, M. F.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, P. A. Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1469-1478, 2006.

DE VISSER, H. Nutrient fluxes in splanchnic tissue of dairy cows: influence of grass quality. **Journal of Dairy Science**, v.80, p. 1666– 1673, 1997.

ELEJALDE, D. A. G. **Interface planta-animal em função da intensidade de aplicação de insumos em pastagem natural**. 2011. 145 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

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

FEROLLA, F.S.; VASQUEZ, H.M.; SILVA, J.F.C.; VIANA, A.D.; DOMINGUES, F.N.; AGUIAR, R.S. Produção de matéria seca, composição da massa de forragem e relação lâmina foliar/caule + bainha de aveia-preta e tritcale nos sistemas de corte e pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p 1512-1517, 2007.

FLORES, R. A. DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; MONTARDO, D. Produção de forragem de populações de azevém anual no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1168-1175, 2008.

FLORES, R. A. **Avaliação e seleção de azevém anual (*Lolium multiflorum* L.)**, 2006 94 p.. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2006.

FLOSS, E.L. Manejo forrageiro de aveia (*Avena* SP) e azevém (*Lolium* sp.). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1988. p.231-268, 1988.

FONTANELI, R. S. ; FONTANELI, R. S. ; 2012. **Ensilagem**. In: Fontaneli, R. S.; SANTOS, H. P. DOS ; FONTANELI, R. S (Eds), Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira, EMBRAPA, Brasília. Disponível em:

http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/li/li01-forrageiras/cap13.pdf&gws_rd=cr&ei=Eea4Vp2WBYmawQSlooGYBA. Acesso em: 22 jan. 2015.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. S.; FONTANELI, R. S.; OLIVEIRA, J. T.; LEHMEN, R. I.; DREON, G. **Gramíneas forrageiras anuais de inverno**. In: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.S.; FONTANELI, R.S. Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira. 2. ed. - Brasília, DF : Embrapa, 2012. 544 p. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/li/li01-forrageiras/cap4.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2015.

FONTANELI, R. S. Azevém anual. In: FONTANELI, R.S.; SARTORI, J.F. **Informe técnico** : Estabelecimento, utilização e manejo de plantas forrageiras. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 139, 1993.

FONTANELI, R. S. Azevém anual. In: Encontro de integração lavoura-pecuária do Planalto Médio Rio-Grandense, 1984, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, p. 139-150, 1984.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA, 1970. (Agricultural Handbook, 379).

GOMES, L. H. **Produção animal de um campo nativo melhorado submetido a fertilização nitrogenada**. 2000. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

GOMIDE, J.A.; ZAGO, C.P. Crescimento e recuperação do capim-colonião após corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.2, p.293-305, 1980.

GOMIDE, J.A. Características de planta forrageira a ser fenada. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v. 6, n.64, p. 6-8. 1980.

GRIFFITHS, N. W.; BURNS, H. M. **Silage from pastures and forage crops** In: KAISER, A. G.; PILTZ, J. W.; GRIFFITHS, N. W. **Successful Silage**. 2nd ed. Orange, N.S.W. Dairy Australia & NSW Dept. of Primary Industries, 2004. 419 p. Disponível em: <http://www.dpi.nsw.gov.au/___data/assets/pdf_file/0005/294053/successful-silage-topfodder-complete.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.

GRISE, M. M.; CECATO, U.; MORAES, A.; CANTO, M.W.; MARTINS, E.N.; PELISSARI, A.; MIRA, R.T.. Avaliação da composição química e da digestibilidade in

vitro da mistura aveia IAPAR 61 (*Avena strigosa* Schreb) + ervilha forrageira (*Pisum arvense* L.) em diferentes alturas sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.659-665, 2001.

HANNAWAY, D.; FRANSEN, S.; CROPPER, J.; TEEL, M.; CHANEY, M.; GRIGGS, T.; HALSE, R.; HART, J.; CHEEKE, P.; HANSEN, D.; KLINGER, R.; LANE, W.. **Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.)**. Oregon State University, PNW 501, 1999. Disponível em: <http://extension.oregonstate.edu/catalog/html/pnw/pnw501/>. Acesso em: 20/11/2015.

HARRIS, C.E.; TULLBERG, J.N. Pathways of water loss from legumes and grasses cut from conservation. **Grass Forage Science**, v. 35, n. 1, p. 1-11, 1980.

HERNÁNDEZ, F.I.L.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; MANCIO, A.B.; CECON, P.R.; LANA, R.P.; MAGALHÃES, K.A.; REIS, S.R.L.. Avaliação da composição de vários alimentos e determinação da cinética ruminal da proteína, utilizando o método de produção de gás e amônia in vitro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.243-255, 2002.

HODGSON, J. **Grazing management – science into practice**. New York: John Wiley & Sons, Inc., Longman Scientific & Technical. 1990. 203p.

JANSSEN, H. P. **Adubação nitrogenada para rendimento de milho silagem em sucessão ao azevém pastejado, pré-secado e cobertura em sistemas integrados de produção**. 2009. 91f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná.

JONES, D. I. H.; JONES, R. The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 60, p. 73-81, 1995.

JUNG, H.G., DEETZ, D.A. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG, H.G., BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D., et al. (Ed) **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison : American Society of Agronomy, Crop Sci. Society of America, Soil Sci. Society of America, 1993. p.315-346.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 3ªed. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 2012, 214p.

KOZLOSKI, G. V.; PEROTTONI, J.; SANCHEZ, L. M. B.. Influence of regrowth age

on the nutritive value of dwarf elephant grass hay (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Mott) consumed by lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, p. 1-11, 2005.

KUNELIUS, T, BOSWALL P. (2009). **Producing annual ryegrasses for pasture, silage and seed**. Agriculture and Forestry Farm Extension Services, Canada. Disponível em: http://www.gov.pe.ca/photos/original/ag_ryegrass_bul.pdf. Acesso em 20 de junho de 2013.

KUNG, L. 2002. Subject: **A review on silage additives and enzymes**. Disponível em: [//ag.udel.edu/anfs/faculty/kung/articles/a_review_on_silage_additives_and.htm](http://ag.udel.edu/anfs/faculty/kung/articles/a_review_on_silage_additives_and.htm). Acesso em: 20 de junho de 2013.

LAVEZZO, W.; ANDRADE, J.B. Conservação de forragens: Feno e Silagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas, 1994. p. 105-1066.

LESAMA, M.F.; MOOJEN, E.L. Produção animal em gramíneas de estação fria com fertilização nitrogenada ou associadas com leguminosa, com ou sem fertilização nitrogenada. **Ciência Rural**, 29: p.123-128, 1999.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 57, n.4, p. 347-358, Mar. 1996.

LOPES, F.C.F.; SILVA E OLIVEIRA, J.; LANES, E.C.M.; DUQUE, A.C.A.; RAMOS, C.R. Valor nutricional do triticale (*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.

MAIA, F.C.; MAIA, M.S. A dinâmica de sementes do solo. **Editora e Gráfica Universitária PREC-UFPEL**. Pelotas. 88 p, 2008.

MACDONALD, A. D.; CLARK, E. A. Water and quality loss during field drying of hay. **Advances in Agronomy**, v. 41, p. 407-437, 1987.

McDONALD, P., HENDERSON, A.R., HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MEDEIROS, R. B.; NABINGER, C.. Rendimento de sementes e forragem de azevém

anual em resposta a doses de nitrogênio e regimes de corte. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.245-254, 2001.

MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feed in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.88, p.645-650, 1977.

MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Ed.). Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. 2 ed. Cambridge: CABI Publishing, 2005. p. 13-48

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. Queensland: Academic Press, 4830.1990.

MORAES, A.; MARASCHIN, G.E.; NABINGER, C..Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPOSIO SOBREPASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília:SBZ, p.147-200, 1995.

MORAES, A. Culturas forrageiras de inverno. In: **Simpósio brasileiro de forrageiras e pastagens**. Campinas. Proceedings... Campinas: CNBA, p.67-78, 1994.

MUCK, R.E, SCHINNES, K.J. Conserved forages (silage and hay): Progress and priorities. In. International Grassland Congress. XIX. 2001. São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. 2001. p.753.

NATIONAL REQUIREMENT COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 157p.

NELSON, C. J.; MOSER, L. E. **Plant factors affecting forage quality**. In: Fahey Jr., G. C. (Ed.), Forage quality, evaluation, and utilization, ASA, CSSA, SSSA, Madison, pp. 115-154,1994.

NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E.; JOBIM, C. C.; TRÊS, T. T.; OLIVEIRA, P.S. R.; OLIVEIRA, A. A. M. Production of tifton 85 hay overseeded with White oats or ryegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 8, p. 1638-1644-2011.

NOCEK, J. E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy

digestibility: A review. **Journal of Dairy Science**. v. 71, n. 8, p. 2051-2059, 1988.

NUSSIO, L. G.; ZOPOLLATTO, M.; MOURA, J. C. Metodologia de avaliação e aditivos. 2º Workshop sobre milho para silagem. **Anais... FEALQ**, Piracicaba, SP, 2001.

O'DONNELL, C.; O'KIELY, P.; DODD, V. A.; RICHARDSON, M. A study of the effects of silage effluent on concrete: part 2, significance of environmental factors. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 60, p. 93-97, 1995.

OLIVEIRA, L. V.; FERREIRA, O. G. L.; PEDROSO, C. E. S.; COSTA, O. A. D.; ALONZO, L. A. G. Características estruturais de cultivares diplóides e tetraplóides de azevém. **Bioscience Journal** (Online), v. 31, p. 883-889, 2015.

ORSKOV, E.R.; HOVELL, F.D. de B. The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. **Tropical Animal Production**, v.5, p.195-223. 1980.

PATTON, R.S. **Complexities of soluble carbohydrate metabolism in ruminants. Feedstuffs**. Minneapolis, v. 66, n.6, p. 13-19, 1994.

PEDROSO, C.E.S. 2002. **Desempenho e Comportamento de Ovinos em Gestação e Lactação nos Diferentes Estágios Fenológicos de Azevém Anual sob Pastejo**. Porto Alegre: UFRGS: 2002. 95p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

PEDROSO, C. E. S.; MEDEIROS, R.B.; da SILVA, M.A.; da JORNADA, J.B.J.; SAIBRO, J.C.; TEIXEIRA, J.R.F.. Comportamento de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estágios fenológicos de azevém anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1340-1344, 2004.

PEREIRA, A. V. MITTELMANN A., LEDO, F.J.S.; SOUZA SOBRINHO, F.; AUAD, A.M.; OLIVEIRA, J.S.. Comportamento agrônômico de populações de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) para cultivo invernal na região sudeste. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 567-572, 2008.

PEREIRA, E.S. ARRUDA, A.M.V.; MIRANDA, L.F.; MIZUBUTI, I.Y.; MUNIZ, E.B.; PINTO, A.P... Importância da inter-relação carboidrato e proteína em dietas de ruminantes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 125-134, 2005.

PEREIRA, J. R.; REIS, R. A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001. **Anais...** Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001. P.319.

PETIT, H. V., SAVOIE, P., TREMBLAY, D.; SANTOS, G. T.; BUTLER, G. Intake, digestibility, and ruminal degradability of shredded hay. **Journal Dairy Science**, v. 77, p. 3043-3050, 1994.

PINTO, L. F. M.; SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S.. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 439-447, 2001.

PIWONKA, E. J.; FIRKINS J. L. Effect of glucose on fiber digestion and particle-associated carboxymethylcellulase activity in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 1, p.129-139, 1993.

QUADROS, B.P.; SILVA, A. C.F.; ROCHA, M G.; QUADROS, F. L. F.; GUTERRES, E. P.; NEVES, F. P.; ESTIVALET, R.C. Produção de forragem de cultivares de azevém (*Lolium multiflorum*) sob duas densidades de semeadura. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** Recife. SBZ CD-Room. 2003.

REIS, A. R.; MOREIRA, A.L.; PEDREIRA, M.S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. P. 139.

REID, C.S.W. **The progress of solid feed residues through the ruminoreticulum: The ins and outs of particles.** In: BAKER, S.K.; GAWTHORNE, J.M.; MACKINTOSH, J.B. & PURSER, D.B., ed. Ruminants physiology; concepts and consequences. s.l., University of Western Australia, p.79-84, 1984.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras.** Jaboticabal, 1993, 26 p.

RODRIGUES, A.L.P.; SAMPAIO, I.B.M.; CARNEIRO, J.C. et al. Degradabilidade *in situ* da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.5, p.658-664, 2004.

ROSA, J.L., RECH, T.D., FREITAS, E.A.G. 2000. **Forrageiras para região de clima temperado úmido Cfb**. In: RECOMENDAÇÃO DE CULTIVARES PARA O ESTADO DE SANTA CATARINA 2000/2001. Florianópolis: EPAGRI. p.91-96. (EPAGRI, Boletim Técnico, 107).

ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**. Fahey Junior, G.C. (ed). ASA., CSSA., SSSA. Madison, Wisconsin. p. 828-868. 1994.

RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 1.Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A.M.. Silagem de gramíneas tropicais. **Coloquium Agrarie**, v.2, n.1, p.32-45, 2006.

SANTOS, G. T.; ASSIS, M. A.; GONÇALVES, G. D.; MODESTO, E. C.; CECATO, U.; JOBIM, C. C.; DAMASCENO, J. C. Determinação da digestibilidade in vitro de gramíneas do gênero *Cynodon* com uso de diferentes metodologias. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 3, p. 761-764, 2000.

SENGER, C. C. D. KOZLOSKI, G. V.; SANCHEZ, L. M. B.; MESQUITA, F. R.; ALVES, T. P.; CASTAGNINO, D. S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**. v.146, p. 169 -174, 2008.

SILVEIRA, M. F., KOZLOSKI, G. V., MESQUITA, F. R., FARENZENA, R., SENGGER, C. C. D., BRONDANI, I. L.. Avaliação de métodos laboratoriais para estimar a digestibilidade e o valor energético de dietas para ruminantes **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.2, p.429-437, 2009.

SILVEIRA, M. F. **Comparação de métodos *in vivo* e laboratoriais para estimar o valor nutritivo de dietas para bovinos de corte**. 60p.- Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

SKONIESKI, F.. **Composição botânica, estrutural, valor nutricional e dinâmica do nitrogênio em pastagens de azevém consorciadas**. 77p.- Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

SKONIESKI, F. R.; VIÉGAS, J.; BERMUDEZ, R. F.; NÖRNBERG, J. L.; ZIECH, M. F.; COSTA, O. A. D.; MEINERZ, G. R. Composição botânica e estrutural e valor

nutricional de pastagens de azevém consorciadas. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, n.3, p. 550-556, 2011.

SNIFFEN, C.J; O'CONNOR,J.D.; VAN SOEST.P.J.; FOX,D.G.; RUSSEL.J.B. A net carbohydrate and protein for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**., v.70, n.11: p.3562-3577, 1992.

SOARES, A. P. M. **Ajuste do modelo de Orskov e McDonald (1979) a dados de degradação ruminal *in situ* utilizando mínimos quadrados ponderados**. Piracicaba, 62p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo (ESALQ),2007.

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**. 2ed: Emater/RS, 2008. 222p.

SOUZA, L.C.; ZAMBOM, M.A.; GUNDT,S.; PASQUALOTTO, M.; SANTOS, G.T.; CASTAGNARA,D.D., KAZAMA, D.C.S.. Composição química e degradabilidade de forragens e subprodutos agroindustriais na região oeste do Paraná. **Bioscience Journal**, v.31, n.1, p.171-180, 2015.

TEIXEIRA, J. C. **Nutrição de ruminantes**. Lavras: Edições FAEPE, 1992. 239 p.

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

TONETTO, C.J. **Avaliação de genótipos de azevém diplóide e Tetraplóide com manejos distintos de cortes visando duplo propósito**. 2009. 54p. Tese (Doutorado em Agronomia) Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Ed). **New Zealand- Pasture and crop science**, Oxford: Cambridge University Press, p. 11-27, 1999.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York: Cornell University Press, 1987. 373p.

VANBELLE, M., ARNOULD, R., DEWYSEN, A., MOREAU, I. **Inluilen een actueel probleem**. Leuven Iwonl, 1983. 81 p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Cornell University, Ithaca. N.Y., USA. 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

WEEKS, M. E.; YEGIAN, H. M. The place of silage on a forage utilization program: research on production problems and evaluation. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., 1965. São Paulo. **Anais...** São Paulo: Secretaria de agricultura do Estado de São Paulo, 1965. p. 589-94.

WEIMER, P. J. Why don't ruminal bacteria digest cellulose faster? **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, n. 8, p. 1496–1502, Aug. 1996.

WHITEHOUSE, N.L.; OISON, V.M.; SCHWAB,C.G.; CHESBRO, W.R.; CUNNINGHAM, K.D.; LYKOS, T. Improved techniques for dissociating particle-associated mixed ruminal microorganisms from ruminal digesta solids. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, p.1335-1343, 1994.

WILKINS, R. J. The potencial digestibility of cellulose in forage and faeces. **Journal of Agricultural Science**, v.73, p.57-64, 1969.

WILSON, J.R.. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants: review. **Journal Agriculture Science**., v.122, n.2, p.173-182, 1994.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p