

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EDUARDO PACHEMSHI ALVES DA SILVA

**INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE PLANTIO DO AZEVÉM NAS  
CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DA  
SILAGEM EMURCHECIDA OU COM ADITIVO ABSORVENTE**

CURITIBA

2016

**EDUARDO PACHEMSHI ALVES DA SILVA**

**Zootecnista**

**INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE PLANTIO DO AZEVÉM NAS  
CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DA  
SILAGEM EMURCHECIDA OU COM ADITIVO ABSORVENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção Animal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**Orientador:** Professor Dr. Patrick Schmidt

**CURITIBA**

**2016**

S586 Silva, Eduardo Pachemshi Alves da  
Influência da densidade de plantio do azevém nas características  
produtivas e qualitativas da silagem emurcheada ou com aditivo  
absorvente. Eduardo Pachemshi Alves da Silva. / Curitiba: 2016.  
77 f. il.

Orientador: Patrick Schmidt  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.  
Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação  
em Zootecnia.

1. Silagem. 2. Azevém. 3. Plantas forrageiras. I. Schmidt, Patrick.  
II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias.  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDU 636.085.52

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA



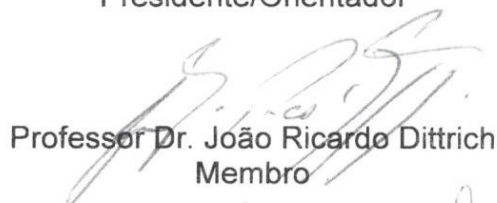
PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **“INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE PLANTIO DO AZEVEM NAS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DA SILAGEM EMURCHECIDA OU COM ADITIVO ABSORVENTE”** apresentada pelo Mestrando **EDUARDO PACHEMSHI ALVES DA SILVA** declara ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou o candidato APROVADO para receber o Título de Mestre em Zootecnia, na Área de Concentração em Nutrição e Produção Animal.

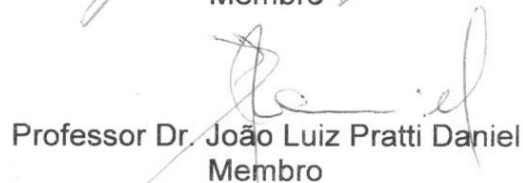
Curitiba, 21 de Março de 2016.



Professor Dr. Patrick Schmidt  
Presidente/Orientador



Professor Dr. João Ricardo Dittrich  
Membro



Professor Dr. João Luiz Pratti Daniel  
Membro

*À minha família...*

*Valmir, Ana Luzia, Ana Cláudia e Vivian ...*

*Dedico...*

## AGRADECIMENTOS

Em princípio a Deus, por minha vida, por minha família e pelos bons amigos com que fui agraciado em minha trajetória até aqui.

Ao Professor **Patrick Schmidt**, pela orientação, confiança, oportunidades, ensinamentos, pelo exemplo de profissionalismo, por me incentivar a sempre persistir, pela amizade construída neste período e pelas boas brassagens!

Aos Professores **Maity Zopollatto** e **João Ricardo Dittrich**, pela participação em meu comitê de orientação e valiosas contribuições no desenvolvimento do trabalho; Ao professor **João Luiz Pratti Daniel**, pelas grandes contribuições nas análises e na finalização do trabalho. Ao Professor **Henrique Soares Koehler**, pela assistência no delineamento estatístico. A Universidade Federal do Paraná, especialmente aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Ao Professor **Luiz Gustavo Nussio**, ESALQ/USP, por sua gentileza e prontidão em nos atender. Aos técnicos do laboratório de Bromatologia da ESALQ/USP, **César** e **Édson** (Tirolês), por toda ajuda nas análises e pelas boas risadas. Aos integrantes do QCF **Pedro**, **Willian** e **Greiciele** pela ajuda no laboratório. Ao amigo **Daniel Junges**, pelo seu otimismo e toda sua ajuda em Piracicaba.

Aos colegas do CPFOR, em especial por todo o convívio dos amigos **Charles** (quase cervejeiro) e **Lucelia** (com sua delicadeza de Búfala), presentes em todos os momentos; **Rasiel** e sua alegria com a Nagano; **Bleine** com sua calma e alegria insuperáveis; **Camilla** e suas “artes circenses”; **Denise** e sua serenidade; as estagiárias **Jéssicas I, II e III**; meus mais sinceros agradecimentos a todos vocês.

A meus pais, **Valmir** e **Ana Luzia**, a quem admiro; porto seguro em minha vida, exemplo de amor e serenidade que tenho sempre comigo. A minha irmã **Ana Cláudia**, por sua amizade, carinho e incentivo.

A minha querida **Vivian**, que Amo desde o início e que tenho aprendido a amar e respeitar ainda mais a cada dia em que vivemos juntos. Por todo o incentivo, pela inspiração e carinho em todos os momentos.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram,

**MUITO OBRIGADO!**

*“Ninguém almoça duas vezes num dia,  
ninguém dorme em duas camas, e o que dá sono bom é trabalho!”*

*Celso Garcia Cid*

# INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE PLANTIO NAS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DA SILAGEM DE AZEVÉM EMURCHECIDA OU COM ADITIVO ABSORVENTE

## RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar a influência de densidades de plantio no acúmulo de massa do azevém (*Lolium multiflorum Lam*) cultivar Barjumbo, além da utilização de absorventes de umidade como alternativa ao emurhecimento na conservação da forrageira como silagem. A avaliação deste processo alternativo para conservação da gramínea, visa diminuir a dependência climática no processo de emurhecimento, com aplicação prática aos agricultores da região sul do país. Os experimentos foram divididos em dois capítulos, o primeiro demonstrando as diferenças produtivas entre densidades de plantio do azevém submetido a dois métodos de ensilagem. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com arranjo fatorial 2x4 (2 métodos de ensilagem e 4 densidades de plantio). O segundo capítulo trás uma análise dos aspectos qualitativos relativos ao processo fermentativo da silagem de azevém com níveis crescentes de casca de soja (delineamento inteiramente casualizados). Ambos os experimentos foram realizados na Fazenda Canguiri, da Universidade Federal do Paraná, no município de Pinhais – PR. Foram analisados dados referentes à produtividade do azevém nas diferentes densidades, características químico-bromatológicas do azevém *in natura* ou emurhecido antes da ensilagem e, das silagens após 90 dias de estocagem. As perdas fermentativas das silagens foram acessadas pelo método gravimétrico, mensurando a produção de efluente, perdas por gases e perdas totais de matéria seca. O azevém cultivar Barjumbo não apresentou diferença entre as densidades de plantio para rendimento de matéria seca; Os métodos de ensilagem foram semelhantes no controle das perdas fermentativas. A casca de soja mostrou-se efetiva no controle da produção de efluente nos dois ensaios e, representa boa alternativa para aumentar o teor de matéria seca sem afetar o processo fermentativo em silagens de azevém.

**Palavras-chave:** Barjumbo, casca de soja, ensilagem, gramínea C3, pré-secado



## **INFLUENCE OF SEEDING RATE ON YIELD AND QUALITY OF WILTED RYEGRASS SILAGE OR ADDED WITH ABSORBENT**

### **ABSTRACT**

This trial has the objective of evaluate the effect of seeding rate on yield of annual ryegrass (*Lolium multiflorum Lam*) cultivar Barjumbo, besides compare the use of humidity absorbents as alternative to the method of wilted silage to conserve ryegrass as a silage. This alternative method can reduce climate dependency and provide practical application to conserve ryegrass in southern Brazil. Trials are divided into two chapters: first showing differences by seeding rates on productivity of ryegrass submitted to two ensiling methods (wilted and absorbent added silages); second chapter demonstrate the qualitative parameters related to fermentative process in ryegrass silages made with increasing levels of soybean hulls. Both trials were performed in Fazenda Canguiri from Universidade Federal do Paraná, Pinhais – PR. Ryegrass yield in different seeding rates was accessed, also chemical composition of ryegrass fresh and wilted, and silages after 90 days storage. Fermentative losses of silage was accessed by gravimetric method (effluent production, gas and total dry matter losses). Ryegrass did not show differences among seeding rates on the dry matter yield and fermentative losses are similar among ensiling methods. According to the data, soybean hulls were effective for avoiding effluent production in both trials and can be a good alternative to increase dry matter content without affect the fermentative process of ryegrass silages.

**Key words:** Barjumbo, C3 grass, ensiling, soybean hulls, wilting

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – FREQUENCIA DE FERMENTAÇÃO DE BAIXA QUALIDADE AFETADA PELA RELAÇÃO CARBOIDRATOS SOLÚVEIS/PODER TAMPÃO E TEOR DE MATÉRIA SECA .....	20
FIGURA 2 – PRECIPITAÇÃO, UMIDADE RELATIVA DO AR E TEMPERATURA MÉDIA NO ANO I .....	40
FIGURA 3 – PRECIPITAÇÃO, UMIDADE RELATIVA DO AR E TEMPERATURA MÉDIA NO ANO II .....	40
FIGURA 4 – PRODUÇÃO TOTAL DE MATÉRIA VERDE E MATÉRIA SECA DE AZEVÉM BARJUMBO EM QUATRO DENSIDADES DE SEMENTES PURAS VIÁVEIS NOS DOIS ANOS DE ESTUDO .....	41
FIGURA 5 – NUMERO DE PERFILHOS E ALTURA MÉDIA DAS PLANTAS NOS TRÊS CORTES AVALIADOS NO ANO II .....	42

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	DENSIDADES DE PLANTIO DE AZEVÉM BARJUMBO UTILIZADAS NO EXPERIMENTO .....	33
TABELA 2 –	MÉDIAS ANUAIS DE PRODUÇÃO DE MATÉRIA VERDE, MATÉRIA SECA E TEOR DE MATÉRIA SECA DE AZEVÉM BARJUMBO EM QUATRO DENSIDADES DE SEMENTES PURAS VIÁVEIS POR M <sup>2</sup> EM DOIS ANOS DE ESTUDO .....	42
TABELA 3 –	CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-BROMATOLÓGICAS DA FORRAGEM DE AZEVÉM BARJUMBO, <i>IN NATURA</i> OU EMURCHECIDO, SEGUNDO CORTE, ANO I .....	43
TABELA 4 –	CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-BROMATOLÓGICAS DAS SILAGENS DE AZEVÉM BARJUMBO ADICIONADAS DE CASCA DE SOJA OU EMURCHECIDA .....	44
TABELA 5 –	PERDAS FERMENTATIVAS E ESTABILIDADE AERÓBIA EM SILAGENS DE AZEVÉM BARJUMBO ADICIONADAS DE CASCA DE SOJA OU EMURCHECIDO .....	45
TABELA 6 –	COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DOS MATERIAIS UTILIZADOS NA ENSILAGEM .....	61
TABELA 7 –	VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS ESTUDADAS, GRAU DE SIGNIFICÂNCIA, COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO E MODELOS AJUSTADOS .....	64
TABELA 8 –	VARIÁVEIS QUÍMICO-BROMATOLÓGICAS E MASSA ESPECÍFICA DE SILAGENS COM NÍVEIS CRESCENTES DE ABSORVENTE DE UMIDADE .....	65
TABELA 9 –	PERDAS FERMENTATIVAS EM SILAGENS DE AZEVÉM COM NÍVEIS CRESCENTES DE ABSORVENTE DE UMIDADE .....	65
TABELA 10 –	ESTABILIDADE AERÓBIA EM SILAGENS DE AZEVÉM COM NÍVEIS CRESCENTES DE ABSORVENTE DE UMIDADE .....	66

## LISTA DE ABREVIATURAS

CS	-	Carboidratos solúveis
CPFOR	-	Centro de pesquisas em forragicultura
DIVMS	-	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
EA	-	Estabilidade em aerobiose
FDN	-	Fibra em detergente neutro
FDA	-	Fibra em detergente ácido
MM	-	Matéria mineral
MS	-	Matéria seca
MV	-	Matéria verde
PB	-	Proteína bruta
PE	-	Perda por efluente
PG	-	Perda por gás
PT	-	Poder tampão
PTMS	-	Perdas totais de matéria seca
SPV	-	Sementes puras viáveis
TM	-	Temperatura máxima
TTM	-	Tempo até temperatura máxima
pH EA	-	pH na estabilidade em aerobiose

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	13
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
2.1 DENSIDADE DE PLANTIO DO AZEVÉM .....	15
2.1.1 RELAÇÃO ENTRE CULTIVARES E DENSIDADES DE PLANTIO .....	16
2.1.2 A IMPORTÂNCIA DO NÚMERO DE SEMENTES .....	16
2.2 QUALIDADE NUTRICIONAL DE GRAMÍNEAS .....	17
2.3 ENSILAGEM DE GRAMÍNEAS .....	18
2.3.1 AZEVÉM E O PROCESSO DE ENSILAGEM .....	19
2.3.2 EMURCHECIMENTO.....	20
2.3.3 FONTES ABSORVENTES .....	21
2.4 SUBPRODUTOS COMO ABSORVENTE DE UMIDADE EM SILAGENS.....	22
2.5 PERDAS FERMENTATIVAS EM SILAGENS DE GRAMÍNEAS .....	22
2.6 PRODUTOS DA FERMENTAÇÃO EM SILAGENS .....	23
2.7 ESTABILIDADE AERÓBIA EM SILAGENS DE GRAMÍNEAS .....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26
<b>PRODUTIVIDADE DO AZEVÉM EM DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO E ENSILAGEM UTILIZANDO DOIS MÉTODOS</b> .....	30
<b>3 INTRODUÇÃO</b> .....	32
3.1 MATERIAL E MÉTODOS .....	33
3.1.1 CULTURA E TRATOS CULTURAIS .....	33
3.1.1.1 ANO I - CORTE DA FORRAGEM. ....	34
3.1.1.2 ANO II – CORTE DA FORRAGEM.....	35
3.1.2 ENSILAGEM DO AZEVÉM .....	35
3.1.3 ANÁLISES.....	37
3.1.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	38
3.2 RESULTADOS .....	40
3.3 DISCUSSÃO .....	46
3.4 CONCLUSÕES .....	53

REFERÊNCIAS.....	54
<b>SILAGEM DE AZEVÉM COM DIFERENTES NÍVEIS DE ABSORVENTE DE UMIDADE</b> .....	<b>57</b>
4 INTRODUÇÃO .....	59
4.1 MATERIAL E MÉTODOS .....	60
4.1.1 CULTURA E TRATOS CULTURAIS .....	61
4.1.2 ENSILAGEM DO AZEVÉM .....	61
4.1.3 ANÁLISES E AMOSTRAGEM.....	62
4.1.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	63
4.2 RESULTADOS .....	64
4.3 DISCUSSÃO .....	67
4.4 CONCLUSÕES .....	72
REFERÊNCIAS.....	73
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Observando a expressiva evolução da agropecuária em nosso país nos últimos anos, podemos notar que a diversificação das atividades nas propriedades é fato marcante, onde as áreas de produção assumem múltiplas funções, como produção de grãos e alimentos volumosos para animais, criando um contexto onde a máxima eficiência é requerida.

Assumindo essa premissa, a utilização de gramíneas de clima temperado em sistemas pastoris assume grande importância em regiões de clima subtropical e temperado, tanto em sistemas baseados no pastejo, quanto em sistemas baseados na conservação de forragens.

Estas gramíneas podem ser consideradas em alguns países uma das únicas formas de produção de forragem, porém em regiões como o sul do Brasil podem assumir papel importante na diversificação do uso da terra em períodos onde estaria ociosa (inverno) ou em períodos de entressafra.

Em parte dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a cultura do azevém (*Lolium multiflorum Lam.*) tem grande importância na produção de volumosos para bovinos de corte e, principalmente, leiteiros. A área de interesse e pesquisa dessa cultura se estende também aos estados de Minas Gerais (Alvim e Martins, 1986) e São Paulo (Tonato et al., 2014),

Os estudos de variáveis relativas aos processos agrônômicos e de conservação de espécies como o azevém são necessários para aumentar a eficiência produtiva, bem como gerar alternativas de utilização. No caso específico desta cultura, as características agrônômicas e ligadas a sistemas de pastejo são foco de muitos estudos (Mittelmann et al., 2004; Cauduro et al., 2007; Aguinaga et al., 2008).

Porém, com relação à conservação, os estudos estão muito atrelados a técnicas de emurchecimento (Borreani e Tabacco, 1998; Conaghan et al., 2010; Bisaglia et al., 2011), provavelmente pela tecnologia de conservação deste material ter sido importada juntamente com todos os implementos envolvidos no processo em um pacote fechado e de alto custo.

Regiões específicas como a dos Campos Gerais no Paraná possuem clima propício para a produção do azevém e aproveitam essas condições para alavancar a produção animal; porém as condições climáticas no período propício a produção não são as mais favoráveis para o processo de emurchecimento utilizado na conservação do material.

Neste cenário, temos ainda a crescente alta nos preços de alimentos concentrados e o alto custo das fontes proteicas, fazendo com que a utilização de volumosos e subprodutos da agroindústria aumente em sistemas de produção de bovinos economicamente eficientes. Desta forma, a busca por tecnologias com menor custo na conservação do azevém pode tornar sua utilização mais eficiente, tendo em vista seu alto valor nutritivo e alto valor protéico em estádios de maturação menos avançados.

Os dados dos experimentos desenvolvidos e apresentados nesta dissertação serão demonstrados em dois capítulos. No primeiro serão apresentados dados agrônômicos relativos à produção de azevém em diferentes densidades de plantio, como acúmulo de matéria seca, teor de matéria seca e altura das plantas em dois anos de cultivo. A interação das densidades de plantio com as características químico-bromatológicas da forragem antes do processo de ensilagem também é apresentada, referente aos valores do segundo corte de massa verde no primeiro ano de cultivo. Serão apresentadas ainda as análises entre as densidades de plantio e variáveis relativas ao processo fermentativo, características químico-bromatológica e estabilidade aeróbia das silagens sob dois métodos de ensilagem da forragem. O segundo capítulo busca quantificar a influência da inclusão de níveis crescentes de absorvente de umidade em silagem de azevém, apresentando dados relacionados a produção das silagens, ao processo fermentativo, as características químico-bromatológicas, além do período pós abertura das silagens.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 DENSIDADE DE PLANTIO DO AZEVÉM

Características associadas à densidade de plantio na cultura do azevém têm recebido grande atenção no que tange essa relação com acúmulo de matéria seca (MS). Os estudos avaliam diversas densidades de semeadura, com resultados variáveis sobre a produtividade da cultura. Contudo, o efeito dessa variável sobre o valor nutritivo da forragem tem sido desconsiderado, principalmente nos estudos realizados em nosso país.

Alvim e Martins (1986) sugeriram a utilização de 15 a 20 kg de sementes  $\text{ha}^{-1}$  para formação de pastagem de azevém. Flaresso et al. (2001), buscando determinar a densidade de semeadura para o alto Vale do Itajaí - SC, sugeriram a utilização 15 kg  $\text{ha}^{-1}$ . Tonetto et al. (2011) utilizaram densidade de 25 kg  $\text{ha}^{-1}$  em estudo comparando genótipos de azevém com ênfase no cultivo duplo propósito, produção de massa seca e semente.

Em estudos distintos avaliando populações de azevém em relação à produção de MS no Rio Grande do Sul foram utilizadas densidades de 25 e 30 kg  $\text{ha}^{-1}$  de sementes viáveis, respectivamente (Mittelmann et al., 2004; Mittelmann et al., 2010). Cauduro et al. (2007) utilizaram densidade de 32 kg  $\text{ha}^{-1}$  em estudos objetivando determinar fluxo de biomassa em pastagens de azevém.

Em publicação recente tratando de forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta no sul do país, pesquisadores da Embrapa trigo recomendam a utilização de 25 a 40 kg  $\text{ha}^{-1}$  de sementes azevém (Fontaneli et al., 2012). Em estudo comparando silagens de azevém e milho, Cooke et al. (2009) utilizaram densidade de 50,4 kg  $\text{ha}^{-1}$ . Esses dados evidenciam a ampla variação nas recomendações de densidade de semeadura para essa espécie.

Estudos que buscam determinar a densidade ótima de plantio de azevém normalmente avaliam o acúmulo de matéria seca, e não apresentam a relação entre população ideal de azevém e características bromatológicas como digestibilidade da matéria seca ou da fração fibrosa. Cusicanqui e Lauer (1999) demonstraram que, para

plantas de milho, a cada aumento no stand de 1000 plantas/ha, a digestibilidade da MS diminui em  $0,35\text{g kg}^{-1}$ . Esse efeito pode ser agravado após a conservação das forragens, em decorrência das perdas inerentes ao processo.

### 2.1.1 RELAÇÃO ENTRE CULTIVARES E DENSIDADES DE PLANTIO

Atualmente, tem sido frequente o lançamento de novas cultivares de azevém no mercado nacional, o que aumenta a possibilidade de seleção do genótipo adequado ao sistema de produção. Porém, em diversos casos, as informações relativas a características fisiológicas e de desenvolvimento destas cultivares ainda é escasso ou inexistente, baseando muitas vezes sua indicação em técnicas empíricas (Oliveira et al., 2014). Entre as diversas cultivares presentes no mercado de azevém anual, uma das características que apresenta grande influência na cultura é o nível de ploidia do material, que variam entre diploides ( $2n$ ) e tetraploides ( $4n$ ).

Além disso, a variação entre os pesos de sementes das diversas cultivares presentes no mercado podem apresentar grande influência na taxa de semeadura. Em estudo envolvendo o impacto desta variável na performance de três diferentes cultivares de azevém anual (Venuto et al., 2004), foi observada grande diferença no estabelecimento do mesmo número de sementes puras viáveis por  $\text{m}^2$  em relação ao estabelecimento em  $\text{kg ha}^{-1}$ . Devido a diferença entre o peso de sementes das cultivares, foi necessário um incremento de  $6\text{ kg ha}^{-1}$  na menor densidade de sementes puras viáveis, de modo que esta diferença ultrapassou os  $25\text{ kg ha}^{-1}$  entre os cultivares na maior densidade de sementes puras viáveis de azevém com peso de sementes superior.

### 2.1.2 A IMPORTÂNCIA DO NÚMERO DE SEMENTES

A variação no peso das sementes de azevém é característica marcante entre cultivares desta gramínea, e estritamente ligada as densidades de plantio. Em estudo envolvendo duas variedades de azevém, Harkess (1965) reportou peso médio de semente variando entre 1,8 e 3,4 mg e 3,4 e 6,2 mg para cultivar de azevém diploide e tetraploide, respectivamente. Percebe-se portanto, que esta diferença pode ocorrer entre sementes de uma mesma cultivar e entre materiais de diferente ploidia. Esta observação

é reforçada pelo trabalho realizado por Venuto et al. (2002), onde foi reportada diferença entre lotes da mesma cultivar e potencialmente quando comparadas cultivares diploides a tetraploides. A variação registrada pelos autores no peso de semente durante o estudo consistiu em valores entre 1,8 e 4,8 mg entre os níveis de ploidia, sendo tetraploide superior. Neste mesmo estudo foi adotada a densidade de plantio de 33,6 kg ha<sup>-1</sup> para todas as cultivares utilizadas, de tal forma que, após as correções para percentual de germinação e peso das sementes, a diferença média reportada pelos autores foi de 638 sementes puras viáveis entre as cultivares.

Neste contexto, considerando a diferença no peso das sementes de diferentes cultivares de azevém, e a variação no percentual de germinação a cada lote, a diferença ocorrida no número de sementes pode ser significativa quando baseada apenas na quantidade de sementes em kg ha<sup>-1</sup>. Venuto et al. (2002), argumentam que o simples ajuste do número de sementes pelo seu peso e taxa de germinação, pode prover significativa redução nos custos de implantação.

## 2.2 QUALIDADE NUTRICIONAL DE GRAMÍNEAS

A qualidade nutricional da gramínea é fator de grande importância dentro da escolha de espécie a ser implantada, seja destinada a pastejo, ensilagem ou duplo propósito. O azevém representa dentro deste contexto, sinônimo de alta qualidade com elevado teor nutritivo, altos teores de proteína e excelente digestibilidade (Fontaneli et al., 2012). Dentre as cultivares disponíveis no mercado atualmente, uma das grandes diferenças como já citado, está no nível de ploidia do material. Este fator pode influenciar determinadas variáveis da cultura, como acúmulo de massa superior nas tetraploides em relação a cultivares diploides e teor de matéria seca, pois cultivares tetraploides apresentam maior teor de umidade quando comparadas a cultivares diploides no mesmo estágio vegetativo (Borreani e Tabacco, 1998). Além das variações no material fresco, a diferença pode se estender a conservação dos materiais, como demonstrado por Castle e Watson (1971), que reportam melhores silagens produzidas a partir de variedade tetraploide de azevém perene em relação a sua contraparte diploide.

O manejo da cultivar escolhida, seja ela diploide ou tetraploide, direcionada ao pastejo ou ensilagem, deve preconizar o ponto de maior acúmulo de massa com relação

a maior qualidade nutricional. Este manejo proporciona ainda a oportunidade de realizar o corte no momento que a cultura apresente a digestibilidade desejada (Harrison et al., 1994). Esse fato deveria ser encarado realmente como a administração do desenvolvimento da cultura, pois o estágio vegetativo no momento do corte é o principal fator que influi em sua digestibilidade (McDonald et al., 1991).

Harrison et al. (1994) enfatizam a importância de colher gramíneas em estágio imaturo de crescimento, visando maximizar conteúdos celulares solúveis e maior digestibilidade da fibra, pois com o avanço do crescimento da planta e a aproximação da floração, o declínio na digestibilidade é muito rápido. Fontaneli et al. (2012) afirmam que, apesar de elevar o rendimento da biomassa, o avanço no crescimento da planta reduz seu valor nutritivo.

A lignificação da parede celular afeta negativamente a digestão da fibra. Neste contexto, Harrison et al. (1994) afirmam que folhas contêm a menor quantidade de lignina, caules têm teor intermediário, enquanto a inflorescência contém a maior quantidade de lignina. Portanto, com a maturidade ocorre o aumento na proporção de caule e o aparecimento da inflorescência que colabora com o declínio da qualidade.

### 2.3 ENSILAGEM DE GRAMÍNEAS

O processo de ensilagem de capins está sujeito a perdas fermentativas devido ao baixo teor de carboidratos solúveis (CS) encontrado principalmente nas gramíneas tropicais no momento ideal de corte, fato amenizado em gramíneas de clima temperado que apresentam uma concentração superior deste componente. Estas gramíneas ainda requerem grande atenção na ensilagem para minimizar perdas devido ao baixo teor de matéria seca no ponto de corte. Portanto, a determinação do teor de MS no processo de ensilagem assume grande importância (Reis et al., 2011), pois este valor também pode influenciar as alterações que podem ocorrer durante o processo fermentativo.

A ensilagem de materiais com umidade acima de 70% pode acarretar alta perda de efluentes e a produção de silagens de qualidade inferior (Schmidt et al., 2014). Porém, forragens mais secas (MS acima de 50%) podem apresentar altas perdas no processo de emurchecimento no campo, devido à respiração da planta, precipitação e danos mecânicos. Ainda, no armazenamento pode ocorrer ação de microrganismos aeróbios,

devido as falhas de compactação, o que ocasiona aquecimento e resulta em processos como a reação de Maillard (Reis et al., 2011).

Para reduzir as perdas no processo de ensilagem de capins, práticas como emurchecimento ou a utilização de aditivos absorventes são comumente utilizadas (Fontaneli et al., 2011; Reis et al., 2011; Schmidt et al., 2014), visando o aumento do teor de MS, da concentração dos CS e a melhor conservação do material ensilado.

### 2.3.1 AZEVÉM E O PROCESSO DE ENSILAGEM

Como as demais gramíneas, o grande entrave na conservação do azevém está no teor de MS no momento da ensilagem, fator que sofre grande influência de seu estágio de crescimento. Em estágio vegetativo esta gramínea pode apresentar teores entre 107 e 130 g MS kg<sup>-1</sup> (Conaghan et al., 2012), enquanto em estádios mais avançados, como após o início do florescimento os valores podem chegar a 181 g MS kg<sup>-1</sup> (Bisaglia et al., 2011) ou ainda superiores durante o avanço da floração. Por outro lado, a concentração de CS do azevém pode ser considerada a mais alta dentre as espécies de clima temperado comumente utilizadas e pode sofrer influência de fatores como cultivar, estágio de crescimento e clima (McDonald et al., 1991), variando entre 271 e 42 g MS kg<sup>-1</sup> (Waite and Gorrod, 1959).

A capacidade ou resistência que a massa de forragem apresenta ao abaixamento do pH, nominada como capacidade tampão, também representa fator importante na produção de silagens e está ligada primariamente aos teores de proteína bruta, íons inorgânicos além da combinação de ácidos orgânicos e seus sais na constituição da planta (Jobim et al., 2007). De acordo com Weissbach (2011), o azevém apresenta capacidade tampão em torno de 55 g/kg de MS, enquanto o milho, tido como cultura padrão para o processo de ensilagem, apresenta valores um pouco mais baixos, variando entre 30 e 35 g/kg de MS. De forma geral é estimado que as proteínas da planta respondam por 10 a 20% da capacidade tampão e que a fração de ânions responda por 78 a 80% deste total (Playne e McDonald, 1966). De acordo com estes mesmos autores, os ácidos orgânicos são responsáveis pela maior parte do efeito tampão em forragens e silagens, no caso do azevém, malato e citrato apontados como os maiores responsáveis.

Neste sentido, o bom desenvolvimento do processo fermentativo tem grande dependência do suprimento de CS e estrita relação com o poder tampão (PT) da forrageira, determinando sua ensilabilidade através da relação entre estes dois fatores (Weissbach, 2011). O autor descreve esta relação como potencial de acidificação da forrageira, que contraposta ao teor de MS revela a faixa esperada entre uma fermentação de boa e baixa qualidade (Figura 1), capaz de diminuir a susceptibilidade a fermentações indesejadas como a clostrídica, mais afetada pela queda no pH de acordo com a redução na atividade de água.

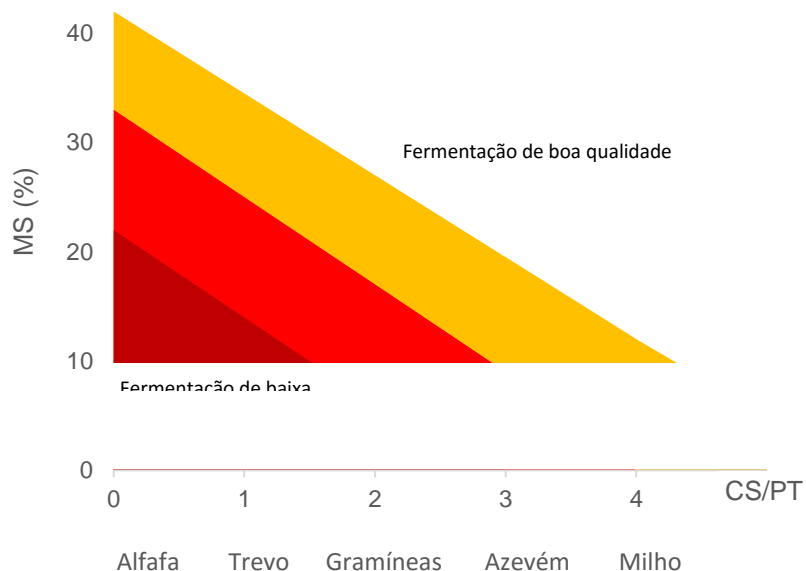


FIGURA 1 - FREQUENCIA DE FERMENTAÇÃO DE BAIXA QUALIDADE AFETADA PELA RELAÇÃO CARBOIDRATOS SOLÚVEIS/PODER TAMPÃO E TEOR DE MATÉRIA SECA.  
 FONTE: WEISSBACH (2011).

Devido relação CS/PT culturas como milho são geralmente fáceis de ensilar, ao passo que o azevém possui maior ensilabilidade que demais gramíneas, sendo necessária MS mínima de 300 g/kg em condições desfavoráveis (Weissbach, 2011).

### 2.3.2 EMURCHIMENTO

A prática do emurchecimento é opção usual em países do hemisfério norte (Balsalobre et al., 2001) para confecção de silagens de gramíneas, e tem grande importância em regiões mais tecnificadas do Brasil, como na região de Castro e Carambeí, nos Campos Gerais do Paraná. Essa técnica tem como objetivo reduzir o teor de umidade por desidratação parcial, concentrando por consequência os CS, o que melhora o perfil fermentativo destas silagens.

De acordo com Borreani e Tabacco (1998), em 11 experimentos envolvendo emurchecimento de azevém diploide e tetraploide, a interação entre o potencial de evapotranspiração e a quantidade de umidade presente na planta no momento do corte parece ser a variável mais importante das 21 testadas no experimento, e correlacionadas com taxa de secagem. Esta relação é muito dependente de fatores climáticos e segundo o mesmo autor tem grande influência da maturidade das plantas no momento do corte e seu teor de umidade.

### 2.3.3 FONTES ABSORVENTES

A adição de fontes absorventes para ensilagem em nosso país é comum principalmente em gramíneas tropicais (Schmidt et al., 2014), embora trabalhos tenham sido realizados também utilizando esse tipo de aditivo em aveia-preta, aveia-amarela ou triticales (Coan et al., 2001). Fontes absorventes promovem o aumento do teor de MS e alguns casos podem fornecer CS ao processo. Com essas alterações, as bactérias ácido lácticas (BAL) podem agir com mais eficiência, promovendo melhora no perfil fermentativo da silagem e sua conservação. Em geral, os absorventes são materiais com elevado teor de MS e alta capacidade de retenção de água, como a casca de soja, polpa cítrica, grãos de cereais entre outros.

É evidente que a incorporação de materiais absorventes com boa capacidade de retenção de água e conteúdo considerável de CS pode ser benéfica, em particular se a forrageira for susceptível a apresentar fermentação insatisfatória (Jones e Jones, 1996). Apesar da logística para aplicação da tecnologia em propriedades rurais demonstrar certa dificuldade, deve-se considerar que técnica do emurchecimento também possui diversos entraves além da necessidade de maquinário especializado.

## 2.4 SUBPRODUTOS COMO ABSORVENTE DE UMIDADE EM SILAGENS

Na década passada diversos foram os estudos utilizando absorventes de umidade em silagens de gramíneas tropicais (Igarasi, 2002; Ribeiro et al., 2009; Tavares et al., 2009). Considerando silagens de gramíneas de clima temperado, diversas fontes absorventes foram avaliadas, como a bentonita sódica, palhada, cevada laminada, polpa de beterraba, cubos de alfafa e até mesmo jornal (Woolford et al., 1983; Jones et al., 1990; Fransen e Strubi, 1998).

No Brasil anualmente são geradas milhões de toneladas de resíduos da agroindústria (Ítavo e Ítavo, 2008), muitos destes com grande potencial para utilização como absorvente de umidade em silagens. Eles normalmente são caracterizados como restos de culturas (palhadas de colheita de grãos) e resíduos de beneficiamento de cereais (farelo e casca de arroz e soja, casca de café, etc.).

A casca do grão da soja é um resíduo obtido na indústria de processamento durante o processo de extração de óleo (Zambom et al., 2001). Sua inclusão em dietas de ruminantes é amplamente utilizada e o uso da casca de soja como fonte absorvente em silagens de capins tropicais também tem sido praticado. Ribeiro et al. (2009) analisando silagens produzidas com capim Marandu, apontam a utilização da casca de soja como absorvente de umidade uma opção interessante. Portanto, sua utilização no processo de ensilagem de azevém pode propiciar resultados satisfatórios devido ao alto teor de MS (em torno de 90%) e também pelo fato de aproximadamente 62% da fração de carboidratos não fibrosos ser composta por pectina (NRC, 2001).

## 2.5 PERDAS FERMENTATIVAS EM SILAGENS DE GRAMÍNEAS

Visando quantificar perdas por efluentes e qualidade da silagem de azevém, Jones et al. (1990) utilizaram cevada laminada como absorvente de umidade e observaram maior redução na produção de efluente em relação aos outros tratamentos (controle e ácido fórmico). Na avaliação do desempenho de bovinos ingerindo estas silagens, os demais tratamentos foram suplementados com quantidades equivalentes de



cevada e ainda assim as melhores taxas de conversão animal foram observadas no tratamento utilizando cevada como aditivo.

Ribeiro et al. (2009) ao avaliar perfil fermentativo, valor nutritivo e perdas em silagens de capim Marandu, utilizaram polpa cítrica ou casca de soja como fontes absorventes, observaram redução na produção de efluentes, aumento no teor de MS e melhora no perfil fermentativo das silagens acrescidas destes materiais.

Em trabalho analisando diversas variáveis e técnicas de ensilagem em capim Tanzânia, Tavares et al. (2009) constataram que a utilização de polpa cítrica como absorvente reduziu as perdas por efluente e gás das silagens.

Durante a produção de silagem emurchecida as mesmas perdas relativas à produção de feno são aplicáveis, porém em menor escala, haja visto que o tempo de secagem no campo é inferior (Sollenberger et al., 2004). Em revisão de trabalhos relacionados à silagem de capim, Nussio e Ribeiro (2008) observaram que a maioria dos estudos cita maior recuperação de matéria seca com a técnica do emurchecimento, em comparação com silagens realizadas sem uso da técnica, devido à redução nas perdas por gases. Contudo, de acordo com estes autores se analisadas as perdas sofridas no campo com utilização da técnica de emurchecimento os benefícios passam a ser questionáveis.

## 2.6 PRODUTOS DA FERMENTAÇÃO EM SILAGENS

Durante o processo fermentativo da silagem o rápido abaixamento do pH da massa de forragem pela população de microrganismos, garante a conservação do material. Em silagens bem conservadas a fermentação é dominada pelas BAL, demonstrando alta produção de ácido láctico. Além deste, outros produtos resultantes de importantes vias de fermentação são ácidos orgânicos como ácido acético e ácido propiônico, e de forma indesejada ácido butírico e etanol (McDonald et al., 1991).

Basicamente a parte essencial da microflora na chamada fermentação espontânea é composta pelas BAL (Pahlow, 2003). Este grupo de bactérias é denominado pela sua capacidade na produção de ácido láctico, embora as vias fermentativas destas bactérias também possam proporcionar a formação de outros

produtos a partir de açúcares fermentáveis, como o ácido acético, CO<sub>2</sub> e etanol (Muck, 2010). Em condições favoráveis, as BAL são capazes de rapidamente acidificar o meio, de forma a inibir microrganismos competidores, reduzindo perdas e resultando em uma silagem estável (McDonald et al., 1991). Em caso de silagens emurchecidas, o aumento no teor de MS pode influenciar a intensidade da fermentação (Jackson e Forbes, 1970) aumentando o residual de CS, elevando o valor de pH, refletindo ainda na redução da produção de ácidos orgânicos. Algumas cepas específicas de BAL, como *Lactobacillus buchneri*, podem proporcionar maior estabilidade aeróbica das silagens, reduzindo o crescimento de leveduras durante a fase anaeróbica por meio da produção de ácido acético, em detrimento de ácido lático (Driehuis et al., 1999).

Indesejável na produção de silagens, o ácido butírico advém de fermentação clostrídica e em alguns casos da deaminação da lisina por clostrídio proteolítico (McDonald et al., 1991). O gênero *Clostridium* compreende bactérias gram-positivas capazes de promover fermentação de compostos orgânicos como carboidratos e proteínas (Pahlow, 2003), de forma que sua presença pode ser associada a proteólise nas silagens. A formação de etanol durante o processo fermentativo ocorre devido ao metabolismo de leveduras em meio anaeróbico, resultando em consumo de carboidratos e produção de etanol e CO<sub>2</sub>. Os álcoois formados não contribuem para acidificação ou preservação do meio, impactando de forma indireta a estabilidade durante a fase aeróbia (Nishino, 2011).

## 2.7 ESTABILIDADE AERÓBIA EM SILAGENS DE GRAMÍNEAS

O termo estabilidade aeróbia em silagens é utilizado como definição do tempo em que a silagem exposta ao ar permanece estável, sem elevação na temperatura acima de 2°C em relação a temperatura ambiente (Kung et al., 2000). Além desta variável, o pH, a temperatura máxima e o tempo até a temperatura máxima são variáveis comumente mensuradas e associadas a conservação da silagem no pós abertura (Jobim et al., 2007).

Durante o período de armazenamento a massa ensilada atinge a estabilidade por meio da fermentação com a formação de ácidos orgânicos, abaixamento do pH e sua conservação. Após a abertura dos silos é iniciada a utilização da silagem e fornecimento

aos animais. Este é um período crítico dentro do processo, pois a partir deste momento a silagem sai de uma condição estável em anaerobiose e entra em contato com oxigênio, iniciando novamente um processo aeróbio de crescimento microbiano que pode levar a perdas.

De acordo com Woolford (1990), a população de leveduras ativa na deterioração aeróbia de silagens é dividida em utilizadoras ácido láctico como substrato, e as que utilizam açúcares. Segundo o autor, o processo de emurchecimento a campo favorece o desenvolvimento das leveduras capazes de utilizar ácido láctico como substrato, que permanecem em dormência durante a conservação da silagem retornando sua atividade após a abertura do silo, podendo favorecer as perdas caso o manejo do silo seja mal executado.

Neste contexto, estudos relacionados com densidades de plantio e sua interação com processos de ensilagem do azevém são necessários, visando propiciar novas recomendações técnicas adequadas para produtores da região Sul do Brasil. A avaliação de absorventes de umidade, em substituição ao emurchecimento tradicional para ensilagem do Azevém pode conferir flexibilidade ao processo, com menor dependência dos fatores climáticos para sua realização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUINAGA, A. A. Q.; CARVALHO, P. C. D. F.; ANGHINONI, I., et al. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. **Revista brasileira de zootecnia**. Viçosa, MG. Vol. 37, n. 9 (set. 2008), p. 1523-1530, 2008.
- ALVIM, M. J.; MARTINS, C. E. Efeito da densidade de semeadura sobre a produção de matéria seca da aveia e do azevém, em cultivos puros ou consorciados, **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 15, n. 4, p. 285-296, 1986.
- BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L. G.; MARTHA JUNIOR, G. B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba:SBZ, 2001. P 890-911.
- BISAGLIA, C.; TABACCO, E.; BORREANI, G. The use of plastic film instead of netting when tying round bales for wrapped baled silage. **Biosystems engineering**, v. 108, n. 1, p. 1-8, 2011.
- BORREANI, G.; TABACCO, E. Effects of crop properties, weather conditions and mechanical treatments on the wilting rate of dipliod and tetraploid Italian ryegrass for silage. **Grass and forage science**, v. 53, n. 2, p. 179-188, 1998.
- CASTLE, M. E.; WATSON, J. N. Silage and milk production. A comparison between a diploid and a tetraploid ryegrass. **Grass and Forage Science**, v. 26, n. 4, p. 265-270, 1971.
- CAUDURO, G. F. et al. Fluxo de biomassa aérea em azevém anual manejado sob duas intensidades e dois métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 282-290, 2007.
- COAN, R. M. et al. 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.
- CONAGHAN, P.; O'KIELY, P.; O'MARA, F. P. Conservation characteristics of wilted perennial ryegrass silage made using biological or chemical additives. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 2, p. 628-643, 2010
- CONAGHAN, P.; O'KIELY, P.; O'MARA, F. P. Possibilities of increasing the residual water-soluble carbohydrate concentration and aerobic stability of low dry-matter perennial ryegrass silage through additive and cultivar use. **Grass and Forage Science**, v. 67, n. 2, p. 177-198, 2012.
- COOKE, K. M.; BERNARD, J. K.; WEST, J. W. Performance of lactating dairy cows fed ryegrass silage and corn silage with ground corn, steam-flaked corn, or hominy Feed. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 3, p. 1117-1123, 2009.
- CUSICANQUI, J. A.; LAUER, J. G. Plant Density and Hybrid Influence on Corn Forage Yield and Quality. **Agronomy Journal**, v. 91, p. 911-915, nov-dez. 1999.

- DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S. J. W. H.; SPOELSTRA, S. F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. **Journal of Applied Microbiology**, v. 87, n. 4, p. 583-594, 1999.
- FLARESSO, J. A., GROSS, C. D., ALMEIDA, E. X. Época e densidade de semeadura de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1969-1974, 2001.
- FONTANELI, R. S. et al. Forrageiras para integração lavoura-pecuária na região sul-brasileira. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 6, n. 2, 2011. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/viewArticle/1429>> Acesso em 29/03/2014.
- FONTANELI, R. S. et al. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira** / editores, Renato Serena Fontaneli, Henrique Pereira dos Santos, Roberto Serena Fontaneli. 2. Ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 544p.
- FRANSEN, S. C.; STRUBI, F. J. Relationships among absorbents on the reduction of grass silage effluent and silage quality. **Journal of dairy science**, v. 81, n. 10, p. 2633-2644, 1998.
- HARKESS, R. D. THE EFFECT OF SEED SIZE ON EARLY GROWTH OF DIPLOID AND TETRAPLOIE ITALIAN RYEGRASS. **Grass and Forage Science**, v. 20, n. 3, p. 190-193, 1965.
- HARRISON, J. H.; BLAUWIEKEL, R.; STOKES, M. R. Symposium: Utilization of grass silage. Fermentation and utilization of grass silage. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 10, p 3209-3225, 1994.
- IGARASI, Mauricio Scoton. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. 2002. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba 2002.
- ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F. Estratégias para o uso de subprodutos da agroindústria associados às silagens. In: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; CANTO, M. W. (Org.). **Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: Masson, 2008. p. 153-195.
- JACKSON, N., FORBES, T. J. The voluntary intake by cattle of four silages differing in dry matter content. **Anim. Prod**, v. 12, n. 4, p. 591-9, 1970.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, supl. esp., p.101-120, 2007.
- JONES, D. I. H.; JONES, R.; MOSELEY, G. Effect of incorporating rolled barley in autumn-cut ryegrass silage on effluent production, silage fermentation and cattle performance. **The Journal of Agricultural Science**, v 115, part 3, p. 393-398. dec. 1990.

- JONES, R.; JONES, D. I. H. The effect of in-silo effluent absorbents on effluent production and silage quality. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 64, n. 3, p. 173-186, 1996.
- KUNG, L.; ROBINSON, J. R., RANJIT, N. K. et al. Microbial populations, fermentation end-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. **Journal of dairy science**, v. 83, n. 7, p. 1479-1486, 2000.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The Biochemistry of Silage**. 2nd ed. Marlon, UK: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.
- MITTELMANN, A. et al. **Avaliação de populações de azevém quanto à produção de forragem**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2004. 12p. (Embrapa Gado de Leite. Boletim de Pesquisa, 15).
- MITTELMANN, A. et al., Caracterização agronômica de populações locais de azevém na Região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 12, p. 2527-2533, dez. 2010.
- MUCK, Richard E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 183-191, 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th rev. ed. Washington, DC: National Academy. Press. 2001. ISBN 0-309-06997-1
- NISHINO, N. Aerobic stability and instability caused by bacteria. In: **Proceedings of the 2nd International Symposium on Forage Quality and Conservation**. Edição de João Luiz Pratti Daniel, Maity Zopollatto e Luiz Gustavo Nussio. Piracicaba, FEALQ, 2011. p. 127-141.
- NUSSIO, L. G.; RIBEIRO, J. L. Silagem de capim: potencial e limitações. In: MUNIZ et al. (ed.) **Alternativas alimentares para ruminantes II**. Aracajú: Embrapa, 2008. P 53-80.
- OLIVEIRA, L. V., FERREIRA, O. G. L., COELHO, R. A. T., et al. Características produtivas e morfofisiológicas de cultivares de azevém. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44 n.2, p. 191-197, 2014.
- PAHLOW, G., MUCK, R. E., DRIEHUIS, F., et al. 2 Microbiology of Ensiling. **Silage science and technology**, v. 42, p. 31, 2003. in: D.R. Buxton, R.E. Muck, J.H. Harrison (Eds.) **Silage Science and Technology**. American Society of Agronomy, Madison, WI;2003:251–304.
- PLAYNE, M. J.; MCDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 17, n. 6, p. 264-268, 1966.
- REIS, R. A.; COAN, R. M.; VIEIRA, B. R. Silagens de capins tropicais: Valor alimentício. In: **Anais do IV Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas**. JOBIM, C. C.; CECATO, U.; CANTO, M. W. (Org.). Maringá: Sthampa, 2011. 292 p.
- RIBEIRO, J. L., NUSSIO, L. G., MOURÃO, G. B., et al. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 230-239, 2009.

- SCHMIDT, P.; SOUZA, C. M.; BACH, B. C. Uso estratégico de aditivos em silagens: quando e como usar?. In: **JOBIM, C. C. SIMPÓSIO DE CONSERVAÇÃO DE FORRAGENS, 5...** Maringá, 2014.
- SOLLENBERGER, L. E.; REIS, R. A.; NUSSIO, L. G. et al. Conserved Forage. In: **Warm-season (C4) grasses**. Madison, Wisconsin/USA: ASA-CSSA-SSSA, 2004. P355-387.
- TAVARES, V. B. et al. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 40-49, 2009.
- TONATO, F. et al. Aveia preta e azevém anual colhidos por interceptação de luz ou intervalo fixo de tempo em sistemas integrados de agricultura e pecuária no Estado de São Paulo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 1, p. 104-110, jan, 2014.
- TONETTO, C. J. et al. Produção e composição bromatológica de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. **Zootecnia Tropical**, v. 29, n. 2, p. 169-178, 2011.
- VENUTO, B. C., REDFEARN, D. D., PITMAN, W. D., et al. Seed variation among annual ryegrass cultivars in south-eastern USA and the relationship with seedling vigour and forage production. **Grass and Forage Science**, v. 57, n. 4, p. 305-311, 2002.
- VENUTO, B. C., REDFEARN, D. D., PITMAN, W. D., et al. Impact of seeding rate on annual ryegrass performance. **Grass and Forage Science**, v. 59, n. 1, p. 8-14, 2004.
- ZAMBOM, M. A. et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.
- WAITE, R.; GORROD, A. R. N. The structural carbohydrates of grasses. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 10, n. 6, p. 308-317, 1959.
- WEISSBACH, F. The future of forage conservation. In: **Proceedings of the 2nd International Symposium on Forage Quality and Conservation**. Edição de João Luiz Pratti Daniel, Maity Zopollatto e Luiz Gustavo Nussio. Piracicaba, FEALQ, 2011. p. 319-363.
- WOOLFORD, M. K.; WILKINSON, J. M.; COOK, J. E. Investigations on the effect of sodium bentonite and other moisture absorbents on the production of effluent from grass silage. **Animal feed science and technology**, v. 8, n. 2, p. 107-118, 1983
- WOOLFORD, M. K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 68, n. 2, p. 101-116, 1990.

## PRODUTIVIDADE DO AZEVÉM EM DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO E ENSILAGEM UTILIZANDO DOIS MÉTODOS

### RESUMO

A cultura do azevém representa uma das mais importantes fontes de volumoso na região Sul-brasileira durante o período de inverno. A quase totalidade de seu processo de conservação é realizada utilizando o processo de emurchecimento, sendo este muito dependente de fatores climáticos. Este estudo buscou avaliar a produção de matéria seca (MS) em dois anos de cultivo de azevém semeado em diferentes densidades de plantio, bem como o contraste destas com dois métodos distintos de conservação da forragem, o emurchecimento e o uso de absorvente de umidade. Foi utilizada a cultivar Barjumbo, plantada nas densidades de 400, 600, 800 e 1000 sementes puras viáveis por m<sup>2</sup>. A forragem foi ensilada no segundo corte, sendo os silos armazenados por 90 dias. Foram determinados teor de MS, pH, perdas fermentativas, variáveis químico-bromatológicas e estabilidade aeróbia das silagens. As densidades de semeadura não apresentaram diferenças quanto à produtividade de matéria seca, com média geral de 5.560 kg MS ha<sup>-1</sup> no ano I e 4.930 kg MS ha<sup>-1</sup> no ano II. As silagens apresentaram pH de 4,28 e 4,68, e teores de MS médio de 266 g kg<sup>-1</sup> e 336 g kg<sup>-1</sup> e de fibra em detergente neutro de 597 g kg<sup>-1</sup> e 599 g kg<sup>-1</sup>, para silagens com absorvente e emurchecida, respectivamente. As perdas totais de matéria seca foram semelhantes entre os tratamentos. Ambos os métodos se mostraram efetivos no controle da produção de efluentes, com valores praticamente insignificantes. Não houve diferença no acúmulo de MS entre as densidades de plantio de azevém, tampouco nas perdas fermentativas e de matéria seca entre os métodos de ensilagem avaliados.

**Palavras-chave:** Barjumbo, fermentação, perdas, pré-secado, silagem



## SEEDINGS RATES OF RYEGRASS AND ITS SILAGES MADE BY TWO METHODS

### ABSTRACT

Annual ryegrass is one of the most important forages for ruminants in southern Brazil during the winter period. The conservation of this grass is almost exclusively made by wilting, subject to strong influence of the weather. This trial evaluate the dry matter yield in two years across seeding rates of annual ryegrass contrasting to two methods of ensiling (wilting or using absorbent of moisture). Ryegrass (*Lolium multiflorum* cv. Barjumbo), was seeded at 400, 600, 800 or 1000 pure live seeds  $m^{-1}$  and silages were made in the second harvest. Total dry matter yield did not show differences among seeding rates, averaging 5,560  $kg\ ha^{-1}$  in fthe irst year and 4,930  $kg\ ha^{-1}$  in the second year. Silos were opened after 90 days, and dry matter content was assessed as well as pH, fermentative losses by gravimetric method, chemical composition and aerobic stability. Silages showed dry matter content of 266  $g\ kg^{-1}$  and 336  $g\ kg^{-1}$ , pH means of 4.28 and 4.68, neutral detergent fiber of 597  $g\ kg^{-1}$  and 599  $g\ kg^{-1}$ , for silages with absorbent and wilted, respectively. Total dry matter losses were similar among treatments. Both methods were effective to avoid effluent yield. The results did not show differences for dry matter yield according to seeding rates, and no differences of fermentative and dry matter losses among ensiling methods were detected.

**Key words:** Barjumbo, fermentation, losses, silage, wilted

### 3 INTRODUÇÃO

A cultura do azevém tem expressiva utilização na produção de ruminantes no sul do Brasil, seja em sistemas baseados no pastejo ou em sistemas intensivos como forragem conservada, apresentando boa aceitação pelos animais e com altíssimo valor nutritivo, destacando-se o alto teor de proteína.

O azevém é uma espécie agressiva, com características de rusticidade, adaptando-se a quase todos os tipos de solos, sendo considerada naturalizada em determinadas regiões Sul-brasileiras (Fontaneli et al, 2012). Ainda, de acordo com os autores, sua utilização como forragem conservada é feita quase que exclusivamente pelo emurchecimento ou pela produção de feno.

Estudos relativos a cultura do azevém no Brasil são principalmente voltados a sistemas baseados em pastejo e quando relacionados a densidades de plantio acabam priorizando o máximo acúmulo de matéria seca (Mittelmann et al., 2004; Tonato et al., 2014). Porém, características bromatológicas e de desenvolvimento da cultura são de fato importantes independente do sistema produtivo, tendo em vista a influência que podem exercer no desempenho animal.

Basicamente, o maior problema relativo a silagens de gramíneas, sejam elas de clima tropical ou temperado, é o baixo teor de matéria seca no momento ideal de corte (Schmidt et al., 2014). Este entrave pode ser superado pelo emurchecimento ou pela adição de material absorvente de umidade (McDonald et al., 1991). As duas técnicas promovem a elevação no teor de matéria seca da massa ensilada, propiciando um ambiente adequado para o desenvolvimento de bactérias ácido lácticas e reduzindo o risco de fermentações indesejáveis.

A escolha do método de conservação pode influenciar o tipo e qualidade da fermentação (Woolford, 1990; McDonald et al., 1991), as características bromatológicas finais da silagem e interferir no tipo e extensão das perdas ocorridas durante o processo. O fator clima tem grande representatividade nesta tomada de decisão, pois por se tratar de uma cultura de inverno, conservada preferencialmente por métodos dependentes de boas condições climáticas, as perdas a campo podem ser representativas.

O presente estudo teve como objetivo determinar as características produtivas do azevém em diferentes densidades de plantio, suas características químico-bromatológicas e das silagens produzidas em dois métodos de ensilagem, emurhecimento ou a inclusão de absorvente de umidade, além das perdas fermentativas relacionadas a estes métodos.

### 3.1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado pelo Centro de Pesquisas em Forragicultura (CPFOR), da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, PR. A parte de campo da pesquisa foi realizada na Fazenda Canguiri - UFPR, localizada no município de Pinhais, PR, com altitude de 950 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, se enquadra no grupo Cfb subtropical úmido, mesotérmico, apresentando estações de verão ameno e geadas severas e frequentes, sem definição de estação seca.

#### 3.1.1 CULTURA E TRATOS CULTURAIS

O azevém foi implantado em 16 canteiros de 25 m<sup>2</sup> cada. O preparo da área foi realizado com gradagem feita após calagem, que obedeceu a análise de solo feita previamente. O plantio do azevém foi realizado manualmente no dia 30 de Maio de 2014 (Ano I) e no dia 22 de Maio de 2015 (Ano II), em quatro diferentes densidades (20, 30, 40 e 50 kg de sementes ha<sup>-1</sup>), detalhado na Tabela 1.

TABELA 1. DENSIDADES DE PLANTIO DE AZEVÉM BARJUMBO UTILIZADAS NO EXPERIMENTO.

Sementes, (kg ha <sup>-1</sup> )	Densidades de plantio				Germinação
	20	30	40	50	
Ano I, (Plantas m <sup>2</sup> )	420	630	840	1.050	97 %
Ano II, (Plantas m <sup>2</sup> )	405	608	810	1.013	94 %
Média, (Plantas m <sup>2</sup> )	412	619	825	1.031	-

Como o número de plantas apresenta certa variação devido ao peso das sementes e poder de germinação, em detrimento da quantidade de sementes (kg ha<sup>-1</sup>),

será adotada na descrição dos resultados a quantidade aproximada da média de sementes puras viáveis (SPV) por m<sup>2</sup>, sendo os valores de 400, 600, 800 e 1000 SPV por m<sup>2</sup>, como proposto por Venuto et al. (2004). Estes valores foram calculados a partir do peso médio de 1000 sementes e da porcentagem de germinação das sementes utilizadas, obtida em três amostras de 100 sementes.

Foi utilizado espaçamento entre linhas de 0,17 m com adubação feita na própria linha de plantio de 500 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula NPK 08-20-20. Com o desenvolvimento da cultura foram realizadas sucessivas capinas na área para controle de invasoras.

#### 3.1.1.1 ANO I - CORTE DA FORRAGEM.

No ano I foram realizados dois cortes para determinar a produção da massa de forragem da cultura. Os canteiros foram cortados manualmente com auxílio de um alfanje e a forragem foi manualmente recolhida com auxílio de ancinhos.

O primeiro corte da cultura foi planejado para após os 60 dias de plantio e realizado no dia 05 de Agosto de 2014. A altura média das plantas foi de 39 cm, avaliada em cada canteiro com auxílio de uma régua e folha de papel, sendo medidos cinco pontos aleatórios do dossel e considerada a média das observações como a altura média das plantas. Em seguida os canteiros foram preparados, com a retirada de bordadura de 0,5 m em seu entorno, de forma a minimizar a influência de maior incidência luminosa nas laterais. O corte da massa de forragem foi realizado obedecendo a ordem dos blocos e seguindo a sequência de plantio, sendo pesada a massa total retirada para determinação de produção de matéria verde (MV) e retiradas amostras para determinação de matéria seca (MS) em estufa. Após o corte, os canteiros foram uniformizados com auxílio de máquina de corte costal, de modo a favorecer a rebrota. Este procedimento foi realizado como padrão nos cortes subsequentes.

A adubação de cobertura com ureia foi realizada oito dias após o corte, no dia 13 de Agosto de 2014, com 100 kg de Nitrogênio por hectare. No dia 08 de outubro de 2014, foi realizado o segundo corte de forragem, 64 dias após o primeiro, obedecendo as mesmas condições de preparo, com altura média de 58 cm. Toda forragem foi coletada e destinada a produção das silagens.

O desenvolvimento normal da forrageira permitiria um terceiro corte, porém não foi realizado por limitação climática (déficit hídrico e temperaturas elevadas) ao crescimento da forragem.

#### 3.1.1.2 ANO II – CORTE DA FORRAGEM.

No decorrer do ano II, foram realizados três cortes da massa de forragem do azevém. O primeiro corte foi também planejado para após os 60 dias de plantio e realizado no dia 31 de julho. A realização do segundo e terceiro cortes foi afetada pela variação climática, sendo realizados nos dias 14 de setembro e 10 de novembro de 2015, quando foi determinada a produtividade de MV e MS, além da altura e número de perfilhos no momento do corte.

O procedimento adotado para o corte da massa de forragem, determinação da altura das plantas, amostragem e preparação dos canteiros foi o mesmo adotado no ano I. Na determinação do número de perfilhos foi adotada técnica não destrutiva. Em cada canteiro foi demarcada aleatoriamente área de 0,25 m<sup>2</sup> com auxílio de um quadrado (0,5 x 0,5 m) e realizado o corte da forragem na altura de 5 cm. A contagem das hastes foi então realizada nas plantas contidas na área demarcada.

#### 3.1.2 ENSILAGEM DO AZEVÉM

As silagens de azevém foram confeccionadas no segundo corte do primeiro ano de plantio em dois métodos de ensilagem, sendo silagem da planta com umidade original aditivada com absorvente de umidade (casca de soja), ou silagem do azevém emurchecido. A forragem dos 16 canteiros foi utilizada individualmente, no esquema de blocos, de forma que cada densidade de plantio foi ensilada com quatro repetições nos dois métodos (tratamentos), totalizando 32 silos.

Após o corte, amostragem e determinação da produção de MV de cada canteiro, todo o material retornou ao respectivo canteiro e foi homogeneizado, permanecendo uma parte no campo para o emurchecimento, e uma alíquota de 5 kg retirada e levada imediatamente para confecção das silagens com absorvente de umidade.

O azevém com umidade original foi levado a sala de campo, picado em picadora estacionária (Menta, modelo Super 15 T) e homogeneizado com a casca de soja (15%, base úmida) com subsequente ensilagem. A definição da porcentagem de casca utilizada na ensilagem se deu pela estimativa do teor de MS da mistura azevém mais casca antes da ensilagem, próximo a  $280 \text{ g kg}^{-1}$ , utilizando para o cálculo os teores de MS da casca de soja e do azevém no dia da ensilagem. O procedimento para montagem dos silos seguiu rigorosamente a retirada do material do campo e a ordem dos canteiros. Foram utilizados 3,965 kg de azevém e 0,595 kg de casca de soja para cada silo. A casca de soja utilizada apresentou a seguinte composição ( $\text{g kg}^{-1}$ ): 894 de MS; 44 de matéria mineral (MM); 116 de proteína bruta (PB); 669 de Fibra em Detergente Neutro (FDN); 451 de Fibra em Detergente Ácido (FDA); 218 de Hemicelulose (HEM); e 16,0 de carboidratos solúveis (CS), enquanto a mistura azevém mais casca de soja utilizada para ensilagem foi estimada pela porcentagem dos ingredientes na mistura, apresentando a seguinte composição estimada ( $\text{g kg}^{-1}$ ): 284 de MS; 60 de MM; 140 de PB; 621 de FDN; 358 de FDA; 262 de HEM e 55 de CS. A composição do azevém emurchecido utilizado na ensilagem será descrita adiante nos resultados, devido a sua comparação com o material “*in natura*”.

O azevém que permaneceu nos canteiros foi emurchecido durante 8 horas, sendo coletado após este período, picado obedecendo a mesma ordem de corte, e utilizados 3,585 kg de massa na montagem de cada silo.

Foram utilizados silos experimentais (7,4 litros), medindo 23 cm de altura, 23 cm de diâmetro na base superior e 20 cm de diâmetro na base inferior. Os silos eram providos de válvula tipo Bunsen para escape de gases e continham 2 cm de areia no fundo para retenção de efluente, cobertos com pano e tela para evitar o contato da forragem com areia. Os silos foram armazenados a temperatura ambiente, no laboratório do CPFOR por 90 dias antes da abertura.

A abertura dos silos foi realizada no dia 08 de Janeiro de 2015. Cada silo foi esvaziado e, após homogeneização em saco plástico, foram retiradas amostras da silagem para análise bromatológica. Os silos experimentais foram novamente pesados, antes e após a retirada da silagem, para determinação gravimétrica das perdas, conforme Jobim et al. (2007). A massa específica média das silagens com absorvente de umidade

foi de aproximadamente 596 kg MV m<sup>3</sup> e 158 kg MS m<sup>3</sup>, enquanto as silagens provenientes do azevém emurcheado apresentaram 468 kg MV m<sup>3</sup> e 157 kg MS m<sup>3</sup>.

### 3.1.3 ANÁLISES

As amostras retiradas da forragem fresca e preparada, aditivo absorvente e das silagens, foram processadas da mesma forma para obtenção dos valores de MS, pH e análises bromatológicas. As amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar por um período de 72 h a 55°C, e posteriormente moídas em moinho de facas do tipo Wiley com peneira de malha 1 mm.

Os valores de pH, tanto para silagens quanto para material fresco, foram obtidos em extrato aquoso, com adição de 25g de silagem em 225 mL de água deionizada, procedendo-se a agitação por um minuto e leitura da amostra em pHmetro digital (Gehaka modelo PG 1800).

A taxa de retenção de água do aditivo absorvente foi caracterizada antes da ensilagem no laboratório do CPFOR. Amostras foram pesadas e embebidas em água por uma hora. Após este período, as amostras foram coadas em filtro de papel para descarte do excesso de água e pesadas novamente para obtenção de seu peso umedecida.

As análises químico-bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-USP), em Piracicaba/SP. Foram determinadas de forma sequencial a MS em estufa, por secagem a 105 °C durante 8 h e MM após a queima a 600 °C durante 4 h (AOAC, 1990). Os teores PB das amostras foram obtidos por combustão pelo método Dumas, utilizando um determinador de nitrogênio da marca LECO®, modelo FP-528 (Wiles et al., 1998). Os teores de FDN e FDA foram determinados de acordo com metodologia descrita por Van Soest et al. (1991), de forma sequencial, utilizando sulfito de sódio e empregando o método proposto pela ANKON “Fiber Analyser” (Ankon Technology). Foram também mensurados os teores de cinza presentes na fração fibra das amostras através da queima do resíduo resultante após análise sequencial de FDN e FDA, ajustando desta forma os valores finais com base na matéria orgânica (Van soest et al., 1991; Mertens, 2002). O teor de HEM contido nas forragens foi estimado pela diferença entre os teores de FDN e FDA (Van Soest et al., 1991).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) nas amostras de azevém antes da ensilagem, foi avaliada de acordo com metodologia proposta pela ANKON e descrita por Holden (1999). Foi ainda determinada a quantidade de carboidratos solúveis presentes na forrageira antes da ensilagem, e na casca de soja, conforme metodologia descrita por Hall (2000).

A estabilidade aeróbia foi determinada de acordo com Kung e Ranjit (2001). Amostras de 2,0 kg das silagens foram colocadas em baldes sem tampa e mantidas em sala com temperatura controlada a  $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ . As medidas de temperatura nos silos e do ambiente foram tomadas a cada 2 horas por período de 260 horas com auxílio de data loggers (Lascar Electronics/UK, modelo EL-USB-1). As variáveis calculadas foram: horas para quebra da estabilidade, definida como aumento da temperatura das silagens em  $2^{\circ}\text{C}$  com relação ao ambiente; temperatura máxima alcançada pelas silagens; tempo para as silagens atingirem a temperatura máxima; e pH das silagens após o período total de exposição ao oxigênio, retirando-se uma amostra para determinação após pesagem dos baldes.

### 3.1.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A parte de campo da pesquisa, onde foram mensuradas características produtivas da cultura, foi instalada de acordo com delineamento em blocos casualizados para os dois anos de plantio, enquanto as características químico-bromatológicas do material antes e após a ensilagem foram analisadas de acordo com um delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial  $2 \times 4$  (dois métodos de ensilagem e quatro diferentes densidades de plantio). O delineamento em blocos foi mantido na análise das silagens pois foi observado efeito de blocos nos tratamentos. Para as forragens antes da ensilagem foi realizada correlação de Pearson entre os teores de FDN, DIVMS e CS.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R versão 3.2.2 integrado com o software RStudio versão 0.99.484 e auxílio dos pacotes *agricolae* versão 1.2-1 e *ExpDes* versão 1.1.2, onde foram realizadas análises de variâncias e os resultados significativos tiveram suas médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. Para os dados de produção do azevém foram ajustadas equações de regressão utilizando a função "*Linear model*" do pacote *stats*.





### 3.2 RESULTADOS

As variáveis climáticas apresentaram variação significativa ao longo do período experimental, exercendo influência no desenvolvimento da cultura e das atividades realizadas em ambos os anos de cultivo (Figuras 2 e 3).

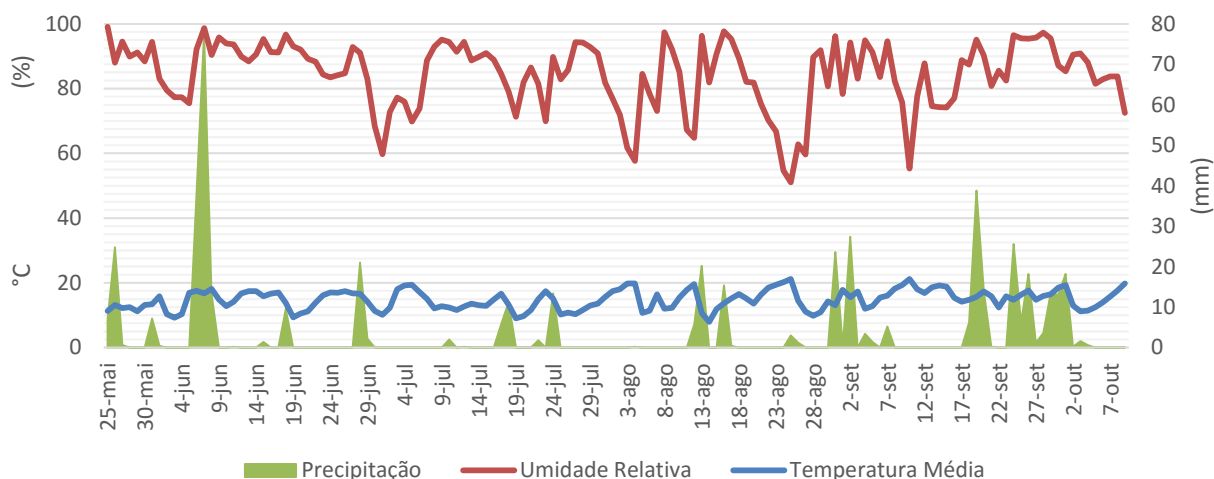


FIGURA 2 – PRECIPITAÇÃO, UMIDADE RELATIVA DO AR E TEMPERATURA MÉDIA NO ANO I.  
FONTE: Simepar (2014).

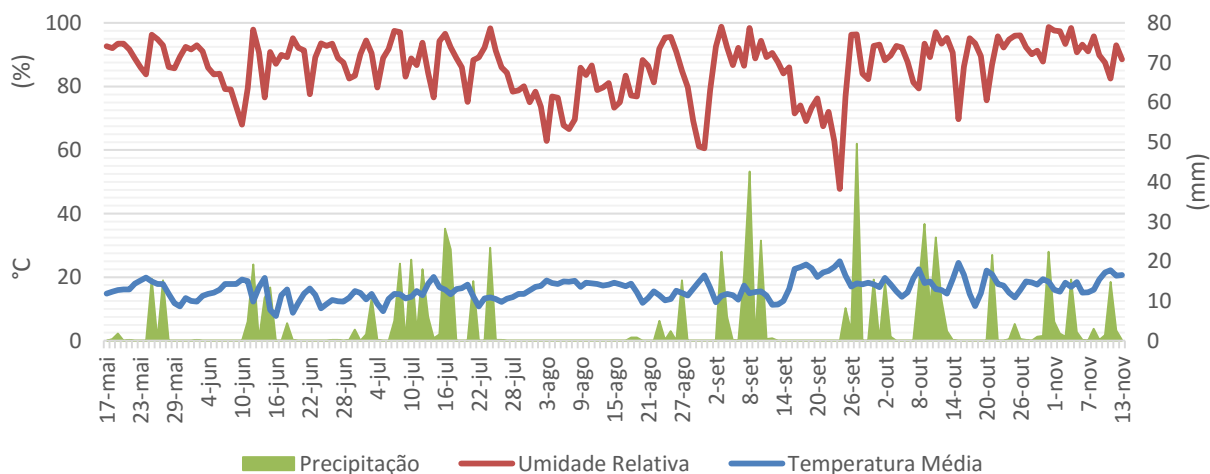


FIGURA 3 – PRECIPITAÇÃO, UMIDADE RELATIVA DO AR, TEMPERATURA MÉDIA NO ANO II.  
FONTE: Simepar (2015).

No primeiro ano de cultivo do azevém foram realizadas apenas dois cortes para determinação de sua produtividade, uma vez que a grande incidência de chuvas entre o dia 18 de setembro e 03 de outubro atrasou o segundo corte. No segundo ano de cultivo foram realizados três cortes de massa, porém a precipitação também impactou negativamente no desenvolvimento da cultura após o primeiro corte, que permaneceu praticamente 20 dias sem receber chuva significativa e exposta a temperaturas mais elevadas. A dimensão da variação ocorrida entre os anos pode ser notada na Figura 4.

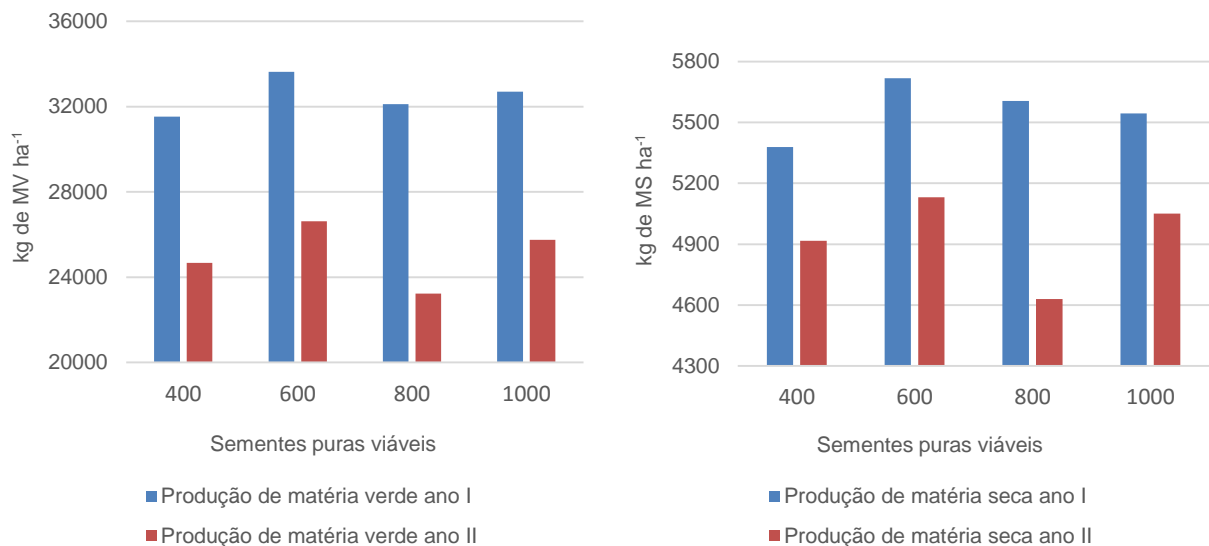


FIGURA 4 – PRODUÇÃO TOTAL DE MATÉRIA VERDE E MATÉRIA SECA DE AZEVÉM BARJUMBO EM QUATRO DENSIDADES DE SEMENTES PURAS VIÁVEIS NOS DOIS ANOS DE ESTUDO.

As médias de produção de matéria verde e matéria seca não apresentaram ajuste à equação de regressão para os dois anos em estudo (Tabela 2). Entretanto, os teores médios de MS se ajustaram a equação de regressão apenas no segundo ano de cultivo ( $P = 0,01$ ), como demonstrado na Tabela 2.

Entre os cortes realizados em ambos os anos, apenas o segundo corte do segundo ano apresentou ajuste ( $P = 0,04$ ) para análise de regressão ( $MS = 180 + 0,016x$ ), com média de  $191 \text{ g kg}^{-1}$  e coeficiente de determinação explicando apenas 30% da variação dos dados ( $R^2 = 0,30$ ).

TABELA 2 – MÉDIAS ANUAIS DE PRODUÇÃO DE MATÉRIA VERDE, MATÉRIA SECA E TEOR DE MATÉRIA SECA DE AZEVÉM BARJUMBO EM QUATRO DENSIDADES DE SEMENTES PURAS VIÁVEIS POR M<sup>2</sup> EM DOIS ANOS DE ESTUDO.

SPV m <sup>2</sup>	Ano I – 2 cortes			Ano II - 3 Cortes <sup>2</sup>		
	kg MV ha <sup>-1</sup>	kg MS ha <sup>-1</sup>	MS g, kg <sup>-1</sup>	kg MV ha <sup>-1</sup>	kg MS ha <sup>-1</sup>	MS g, kg <sup>-1</sup>
400	31528	5379	165	24677	4917	199
600	33637	5718	168	26629	5131	196
800	32113	5605	171	23229	4630	203
1000	32697	5544	168	25756	5051	202
Média	32494	5562	168	25073	4932	200
EPM <sup>3</sup>	915	163	1,04	907	148	0,94

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>1</sup> SPV: Sementes puras viáveis; MV: Produção total de matéria verde; Prod. MS: Produção total de matéria seca; MS Teor de matéria seca.

<sup>2</sup> MS =  $-0,0000004x^3 + 0,0008x^2 - 0,55x + 306$ ; R<sup>2</sup> = 0,58

<sup>3</sup> Erro padrão da média

Foi também mensurado o número de perfilhos na ocasião do corte (Figura 5), de modo que as três contagens se ajustaram a equações de regressão, sendo o maior coeficiente de determinação observado na primeira contagem. A altura das plantas não apresentou ajuste com relação as densidades de SPV por m<sup>2</sup>.

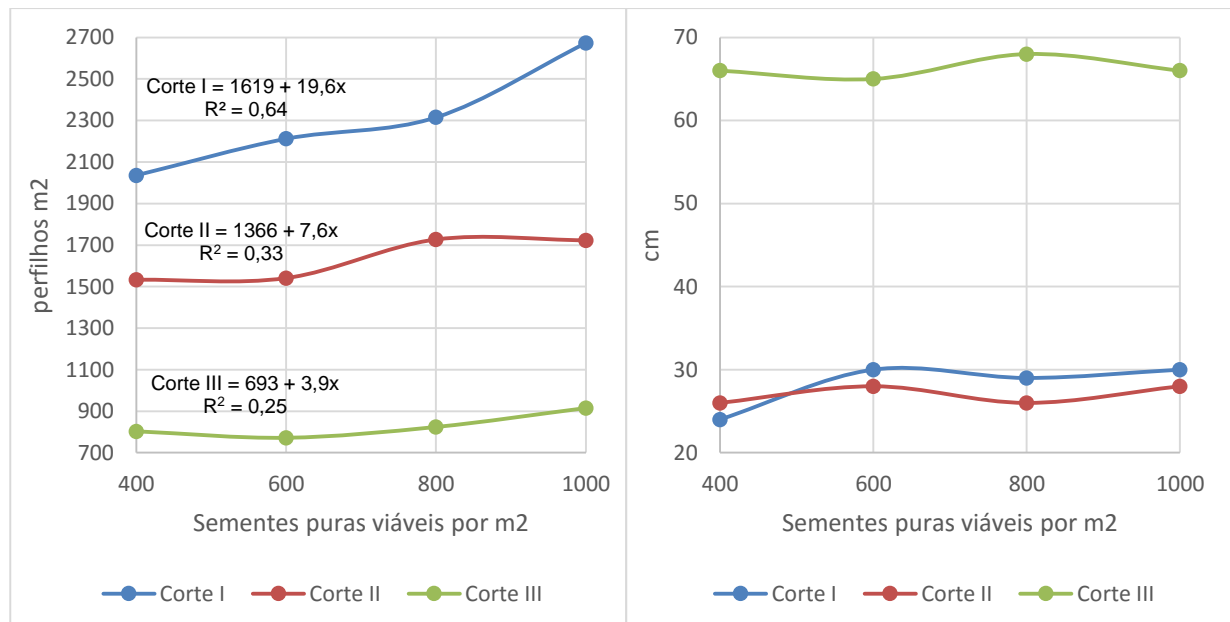


FIGURA 5 – NÚMERO DE PERFILHOS E ALTURA MÉDIA DAS PLANTAS NOS TRÊS CORTES AVALIADOS NO ANO II.

As características químico-bromatológicas da forragem fresca foram mensuradas apenas no segundo corte do Ano I, devido ao foco do trabalho na produção de silagem oriundas destes materiais (Tabela 3). Nenhuma das variáveis demonstradas na tabela apresentou interação entre os fatores em estudo, apenas efeitos simples para métodos e densidades.

TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-BROMATOLÓGICAS DA FORRAGEM DE AZEVÉM BARJUMBO, *IN NATURA* OU EMURCHECIDO, SEGUNDO CORTE, ANO I.

Variáveis <sup>1</sup>	Método de preparo da forragem		Média	EPM <sup>3</sup>	Efeitos <sup>2</sup>		
	<i>"In natura"</i>	Emurchecido			M	D	MxD
MS, g kg <sup>-1</sup>	192 <sup>b</sup>	352 <sup>a</sup>	272	16,1	**	ns	ns
pH	6,50 <sup>b</sup>	6,59 <sup>a</sup>	6,55	0,02	**	ns	ns
MM, g kg <sup>-1</sup>	62	62	62	0,6	ns	ns	ns
PB, g kg <sup>-1</sup>	144	141	143	2,8	ns	*	ns
FDN, g kg <sup>-1</sup>	612	612	612	4,9	ns	ns	ns
FDA, g kg <sup>-1</sup>	342	342	342	2,9	ns	ns	ns
HEM, g kg <sup>-1</sup>	269	269	269	2,8	ns	ns	ns
DIVMS, g kg <sup>-1</sup>	818 <sup>b</sup>	836 <sup>a</sup>	827	3,0	**	ns	ns
CS, g kg <sup>-1</sup>	61 <sup>b</sup>	83 <sup>a</sup>	72	2,6	**	ns	ns

Médias seguidas por letras diferentes em minúsculo na linha, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>1</sup> MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; PB: Proteína bruta; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; HEM: Hemicelulose; DIVMS: Digestibilidade *in vitro* da matéria seca; CS: Carboidratos solúveis.

<sup>2</sup> M: Método de ensilagem; D: Densidade de plantio; MxD: Interação método de ensilagem e densidade de plantio; (\*) P < 0,05; (\*\*) P < 0,01;

<sup>3</sup> Erro padrão da média.

O incremento no teor de MS do azevém, conforme esperado, foi marcante após oito horas de emurhecimento. A casca de soja elevou o conteúdo de MS em mistura com azevém para 284 g kg<sup>-1</sup>, representando aumento de 90 g kg<sup>-1</sup> de MS. O pH da forragem fresca demonstrou ligeira variação após o emurhecimento, enquanto o teor de MM não diferiu entre métodos e densidades, com valores médios muito próximos, da mesma forma que o teor de PB (P>0,05) na comparação entre os métodos. Apesar de verificado efeito de densidade para a variável teor de PB (P = 0,03), os dados não apresentaram ajuste satisfatório a equação de regressão (P = 0,14 para linear, P = 0,12 para quadrática e P = 0,57 para cúbica), com médias de 153, 138, 139, 141 g kg<sup>-1</sup> de MS para as densidades de 400, 600, 800 e 1000 SPV m<sup>-2</sup>, respectivamente, e com média de 143 g kg<sup>-1</sup>. Os componentes da fração fibra também não diferiram entre métodos e densidades e, o teor de FDN se correlacionou negativamente com a DIVMS (R<sup>2</sup> = -0,67;

P < 0,001). Os valores de DIVMS e CS apresentaram ligeiro acréscimo em função do emurhecimento e correlação positiva ( $R^2 = 0,71$ ; P < 0,001).

As variáveis químico-bromatológicas analisadas nas silagens não apresentaram efeito de densidade de plantio, nem interação dessa com o método de ensilagem. Contudo, esses parâmetros qualitativos foram significativamente afetados pelo método de ensilagem, com exceção apenas do teor de FDN (Tabela 4).

TABELA 4 – CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-BROMATOLÓGICAS DAS SILAGENS DE AZEVÉM BARJUMBO ADICIONADAS DE CASCA DE SOJA OU EMURCHECIDA.

Variáveis <sup>1</sup>	Método de ensilagem		Média	EPM <sup>3</sup>	Efeitos <sup>2</sup>		
	Casca de soja	Emurchecido			M	D	MxD
MS, g kg <sup>-1</sup>	266 <sup>b</sup>	336 <sup>a</sup>	301	9,3	**	ns	ns
pH	4,28 <sup>b</sup>	4,68 <sup>a</sup>	4,48	0,05	**	ns	ns
MM, g kg <sup>-1</sup>	60 <sup>b</sup>	67 <sup>a</sup>	63	0,1	**	ns	ns
PB, g kg <sup>-1</sup>	143 <sup>b</sup>	164 <sup>a</sup>	153	3,1	**	ns	ns
FDN, g kg <sup>-1</sup>	597	599	598	4,9	ns	ns	ns
FDA, g kg <sup>-1</sup>	399 <sup>a</sup>	360 <sup>b</sup>	380	4,4	**	ns	ns
HEM, g kg <sup>-1</sup>	198 <sup>b</sup>	239 <sup>a</sup>	218	5,2	**	ns	ns

Médias seguidas por letras diferentes na linha, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>1</sup> MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; PB: Proteína bruta; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; HEM: Hemicelulose.

<sup>2</sup> M: Método de ensilagem; D: Densidade de plantio; MxD: Interação método de ensilagem e densidade de plantio; (\*) P < 0,05; (\*\*) P < 0,01.

<sup>3</sup> Erro padrão da média.

Os teores de MS das silagens de azevém emurchecido foram 70 g kg<sup>-1</sup> superiores quando comparado às silagens com adição de casca de soja. Os tratamentos foram capazes de elevar em 74 g kg<sup>-1</sup> e 144 g kg<sup>-1</sup> os teores de MS das silagens adicionadas de casca de soja e emurchecidas com relação a forragem fresca. Os valores de pH demonstraram diferença entre os métodos de ensilagem, e menor média nas silagens adicionadas de casca de soja.

O teor de MM diferiu com relação ao método de ensilagem empregado, sendo superior na silagem de azevém emurchecido. Da mesma forma, o teor de PB se mostrou superior nestas silagens. Na fração fibra, não houve variação nos teores de FDN entre os métodos. Contudo, foi observada diferença no teor de FDA e HEM das silagens, sendo o teor de FDA superior nas silagens adicionadas de casca de soja e, menor teor de HEM nessas silagens.

As perdas ocorridas durante a fase fermentativa, bem como as variáveis associadas à estabilidade aeróbia, estão apresentadas na Tabela 5. Não foi verificado efeito da densidade de semeadura, nem interação entre os efeitos analisados (método de ensilagem ou densidade de plantas) para nenhuma das variáveis. Contudo, o método de ensilagem afetou a estabilidade aeróbia das silagens.

TABELA 5 – PERDAS FERMENTATIVAS E ESTABILIDADE AERÓBIA EM SILAGENS DE AZEVÉM BARJUMBO ADICIONADAS DE CASCA DE SOJA OU EMURCHECIDO.

Variáveis <sup>1</sup>	Método de ensilagem		Média	EPM <sup>3</sup>	Efeitos <sup>2</sup>		
	Casca de soja	Emurchecido			M	D	MxD
PE, kg ton	3,4	3,4	3,4	0,2	ns	ns	ns
PG, % MS	7,4	6,0	6,7	0,4	ns	ns	ns
PTMS, % MS	7,7	6,3	7,0	0,4	ns	ns	ns
EA, horas	191 <sup>a</sup>	42 <sup>b</sup>	118	18,9	**	ns	ns
TM, °C	30 <sup>b</sup>	36 <sup>a</sup>	33	1,2	**	ns	ns
TTM, horas	144	97	121	12,3	ns	ns	ns
pH EA	5,97 <sup>b</sup>	8,77 <sup>a</sup>	7,37	0,37	**	ns	ns

Médias seguidas por letras diferentes na linha, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>1</sup> PE: Produção de efluente, PG: Perdas por gás, PTMS: Perda total de matéria seca; EA: Horas para quebra da estabilidade; TM: Temperatura máxima; TTM: Tempo até temperatura máxima; pH EA: pH pós estabilidade aeróbia.

<sup>2</sup> M: Método de ensilagem; D: Densidade de plantio; MxD: Interação método de ensilagem e densidade de plantio; (\*) P < 0,05; (\*\*) P < 0,01.

<sup>3</sup> Erro padrão da média.

A produção de efluente (PE) em ambos métodos demonstrou valores médios muito baixos em todos os tratamentos. A capacidade de absorção de água da casca de soja, estritamente ligada a essa variável, foi de 3,5 vezes o seu peso. Da mesma forma, os valores de perdas por gás (PG) e perdas totais de matéria seca (PTMS) foram semelhantes entre métodos de ensilagem, e podem ser considerados de pequena magnitude.

Foi observada diferença significativa para o número de horas para quebra da estabilidade em aerobiose (EA). As silagens adicionadas de casca de soja mantiveram a estabilidade por tempo substancialmente superior. A temperatura média das silagens (TM) também diferiu entre os métodos, com menor temperatura associada as silagens com casca de soja. O tempo até a temperatura máxima (TTM) não diferiu entre os métodos de ensilagem, com média de 121 horas, indicando alta resistência dos materiais

ao pico de temperatura. O pH após a exposição aeróbia de 260 horas indica maior deterioração nas silagens emurhecidas, em relação às adicionadas com casca de soja.

### 3.3 DISCUSSÃO

A análise das variáveis climáticas durante o período experimental do ano I deixa evidente que a alta precipitação atrasou em mais de 20 dias o corte em relação a data estimada (45 dias após rebrote) em função das necessidades para realização do emurhecimento. De acordo com Salerno e Tcacenco (1986), o intervalo entre pastejos que propicia melhor produtividade e acúmulo de MS com qualidade se dá entre 28 e 42 dias. Situações como esta influenciam a qualidade da cultura no momento do corte e a produtividade de MV e MS. O atraso no segundo corte acarretou redução na fase vegetativa da rebrota e rápida entrada no estágio reprodutivo, inviabilizando o terceiro corte. O início deste estágio leva ao alongamento das hastes, espessamento da parede celular secundária, maior deposição de lignina e conseqüente redução no valor nutritivo da forragem (Van Soest, 1994). A variação observada nas variáveis dependentes produção de MV e MS (Figura 4) entre os anos em estudo foi afetada principalmente pela precipitação. Apesar dos três cortes realizados no segundo ano, a produtividade ficou abaixo dos valores observados no ano anterior, pois a escassa precipitação no período após o primeiro corte determinou o aumento neste intervalo e queda na produção. Fontaneli et al. (2012) relatam que o azevém apresenta raízes superficiais entre 5 e 15 cm, sendo assim susceptível a períodos secos.

Apesar da redução na produção entre os anos, a produção de MV e MS não apresentou ajuste a equação de regressão entre as densidades de SPV por m<sup>2</sup> ( $P > 0,05$ ), com padrão de acúmulo de massa semelhante, corroborando com resultados descritos por Flaresso et al. (2001) para produtividade de MS entre densidades de azevém. A produção total de MS, nos dois anos do estudo, pode ser considerada baixa para a cultivar utilizada. Venuto et al. (2004) observaram acúmulo de MS superior a oito toneladas para cultivar Abundant entre quatro e seis cortes (realizados em intervalo de cinco meses). Contudo, Tonato et al. (2014), encontraram valor ligeiramente acima de cinco toneladas em pesquisa realizada no Brasil. Em estudo comparando épocas e



densidades de plantio Flaresso et al. (2001), descrevem resultados semelhantes aos desta pesquisa para os plantios realizados de forma mais tardia (Maio e Junho).

Os teores médios de MS entre as densidades de SPV por m<sup>2</sup> apresentaram ajuste a equação cubica apenas no segundo ano, com coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) explicando 58% da variação. Entre os cortes realizados no segundo ano de cultivo, apenas o segundo apresentou ajuste a equação linear com R<sup>2</sup> explicando 30% desta variação. Contudo, a explicação sobre a variação entre os teores de MS não é clara.

A diferença observada entre o número de perfilhos, evidenciada de forma mais ampla no primeiro corte, pode ser considerada normal e ocorre devido ao maior número de plantas por metro quadrado resultante das maiores taxas de semeadura. Venuto et al. (2004) também reportaram aumento no número de perfilhos por metro quadrado em função do aumento da densidade até a taxa de 1200 SPV por m<sup>2</sup>. Contudo, a redução observada entre os cortes contraria as observações de Ahrens e Oliveira (1997), que não relataram diferença no número de perfilhos devido ao número de cortes realizados, observando efeito positivo apenas sob influência de doses de adubo nitrogenado. Logo, a redução no número de perfilhos se relaciona a escassa precipitação no segundo corte e ao autossombreamento no terceiro. Carvalho et al. (2000), demonstraram maior perfilhamento em pastagens com maiores intensidades de pastejo, mantidas a 5 cm em relação as mantidas a 10, 15 e 20 cm. Além disso os autores reportam efeito deletério da baixa precipitação na densidade de perfilhos.

A baixa precipitação no segundo corte influenciou também a altura das plantas (Figura 5), que foi inferior em relação ao primeiro corte. Os maiores valores observados no terceiro corte ocorreram devido ao aumento no intervalo entre cortes (57 dias).

As análises químico-bromatológicas da forragem (Tabela 3) demonstram a efetividade do processo de emurhecimento em elevar o teor de MS da forragem, advinda da condição climática favorável no dia do corte. No uso desta técnica, o emurhecimento rápido é determinante no sucesso do processo de conservação da forragem. Contudo, apesar da efetividade da técnica, a necessidade de clima favorável para emurcheçar o azevém, durante o período de inverno no sul do país continua sendo o maior entrave. No presente ensaio, o corte foi atrasado em 20 dias até se conseguir uma janela de tempo favorável à realização do mesmo. Por outro lado, foi observado aumento de 90 g kg<sup>-1</sup> no

teor de MS do azevém fresco através da adição de casca de soja. Esta simples prática pode eliminar a dependência climática, favorecer o corte da forragem com melhor qualidade e reduzir as perdas por efluente, visto que em equação ajustada por Haigh (1999), mínima produção de efluente é predita em silagens de capim com MS superior a 255 g kg<sup>-1</sup>.

O pH da forragem apresentou incremento de 0,09 unidades na forragem emurcheçada em relação a forragem fresca imediatamente após o corte. Carpintero et al. (1979) verificaram redução inferior a 0,1 unidade na forragem fresca e após seis horas de emurhecimento.

A diferença demonstrada no teor de PB entre as densidades de SPV por m<sup>2</sup> não assumiu redução ou incremento linear. Em situação de queda linear nos teores de PB, a diferença poderia ser atribuída a menor quantidade de plantas por m<sup>2</sup> nos canteiros. Entretanto, a maior densidade de plantas não diferiu das demais sendo ainda ligeiramente superior. Venuto et al. (2004), afirmam que as densidades de SPV de azevém por m<sup>2</sup> não afetam o teor de PB, reportando diferença apenas no primeiro ano de pesquisa em uma localidade das três utilizadas em seu estudo.

A fração fibra do azevém pode variar de acordo com a idade fisiológica das plantas. O teor de FDN tende a aumentar em função do envelhecimento das plantas e em relação as diferentes idades em cada corte. Redfearn et al. (2002) observaram queda na qualidade da fibra em diversas variedades de azevém, de acordo com a data de corte. Neste sentido, o avanço do tempo dentro da estação de crescimento torna a fase vegetativa cada vez menor, adiantando o início da fase reprodutiva. Os valores observados neste experimento estão dentro do esperado para o estágio vegetativo da forragem e próximos da realidade encontrada nas propriedades Sul-Brasileiras.

As densidades de plantio não afetaram a qualidade da forragem e, conseqüentemente, a extensão da DIVMS. Venuto et al. (2004) não observaram diferença e tampouco correlação entre as densidades de SPV por m<sup>2</sup> estudadas e DIVMS, fato que se confirmou neste trabalho. Conforme esperado, o teor de FDN foi negativamente correlacionado com a DIVMS ( $R^2 = -0,67$ ;  $P < 0,001$ ) e o teor de CS positivamente correlacionado com a DIVMS ( $r^2 = 0,71$ ;  $P < 0,001$ ). Assim, o incremento na DIVMS na forragem emurcheçada (Tabela 2) deve estar mais relacionado com o aumento

observado no teor de CS, em virtude da pequena variação observada no teor da FDN da forragem. A extensão da DIVMS relatada neste estudo é superior ao valor reportado de 750 g kg<sup>-1</sup> (Kunelius e Narasimhalu, 1982), e próxima aos valores citados por Redfearn et al. (2002), que variaram entre 703 e 849 g kg<sup>-1</sup>.

A formação de CS nas plantas ocorre pela fotossíntese, quando cloroplastos são expostos a luz utilizando CO<sub>2</sub> e a H<sub>2</sub>O como substrato. Geralmente, durante o emurhecimento ocorre o consumo deste componente no processo de respiração. Entretanto, foi observado aumento no teor desta variável, contrariando o esperado (McGecan, 1989; McDonald et al., 1991). No presente ensaio, o acúmulo de CS pode ter sido reduzido no período antes do corte, em decorrência da baixa incidência luminosa (alta nebulosidade), culminando em alta insolação no dia do corte. Assim, o material permaneceu no campo para emurhecimento recebeu maior incidência luminosa que o material colhido e ensilado imediatamente com a casca de soja. Clark et al. (1977) afirmam que, em condições controladas, folhas de azevém podem continuar a fotossíntese até o momento do fechamento completo dos estômatos. Contudo as razões para entendimento da extensão deste processo a campo não são bem claras.

Os valores médios de pH em todas as silagens foram satisfatórios. Contudo o decréscimo no pH das silagens adicionadas de casca de soja foi maior, provavelmente em função da maior umidade da massa ensilada, favorecendo a fermentação (McDonald et al., 1991). Em experimento utilizando azevém emurchecido com ou sem adição de inoculantes, Driehuis et al. (2001), obtiveram valores de pH em silos experimentais tipo bag próximos aos valores do presente experimento, variando entre 3,98 e 4,46. Han et al. (2014) relatam valores de pH altos (>5,0) em silagens de azevém emurchecido conservadas em fardos cilíndricos. Esses dados corroboram com o exposto acima e se assemelham aos obtidos no presente experimento, o que confirma a qualidade dos materiais, a extensão da fermentação e consequente conservação da forragem de forma adequada. Entretanto, de acordo com Weissbach (2011), o coeficiente de fermentabilidade de silagens pode ser calculado de acordo com seu teor de MS, CS e poder tampão (PT), assumindo como de fácil fermentação forragens com coeficiente superior a 45 e de difícil fermentação abaixo de 35. Neste experimento as silagens de azevém emurchecido e adicionado de casca de soja apresentaram valores de 45 e 35. O

mesmo autor determina que o teor mínimo de MS para compensar a ausência de substrato e evitar a formação de ácido butírico durante a fermentação pode ser também calculado através da relação CS/PT, revelando valores mínimos de MS de 32 e 36% para as silagens de azevém emurchecido e adicionado de casca de soja deste experimento.

Teores de MM em silagens podem variar de acordo com o processo fermentativo e a extensão das perdas ocorridas por gases ou efluente (McDonald et al., 1991). A composição dos absorventes de umidade também pode afetar esses teores. Woolford et al. (1983) relataram valores de MM de 60,7 g kg<sup>-1</sup> em silagens de azevém sem nenhum tratamento e 74,5 g kg<sup>-1</sup> em azevém emurchecido. No presente experimento, foi observada redução no teor de MM nas silagens adicionadas de casca de soja, devido a quantidade inferior de minerais neste aditivo. Porém, proporcionalmente, estas silagens e as silagens emurchecidas apresentaram aumento no teor de MM em relação a forragem original, o que pode ser decorrente das perdas ocorridas por gases.

As perdas por gases influenciaram também os teores de PB observados, pois, em ambos métodos ocorreu aumento em relação aos materiais originais. Contudo, a diferença entre os métodos de ensilagem parece devida apenas a composição do absorvente de umidade, proporcional a sua inclusão. Keles et al. (2009), reportaram este mesmo padrão em silagem de azevém perene emurchecido por 24 horas variando de 171 g kg<sup>-1</sup> de PB na forragem para até 192 g kg<sup>-1</sup> de PB na silagem.

A fração fibra das silagens apresentou variações em relação aos materiais antes da ensilagem. O teor de FDN reduziu em até 15 g kg<sup>-1</sup>, além de observado significativo aumento no teor de FDA. Este aumento na FDA indica influência das perdas por gases também nesse componente, enquanto que a redução no teor da FDN é estritamente ligada a solubilização parcial da fração hemicelulose. Os teores de FDN apresentados pelas silagens, em ambos métodos estão próximos aos valores descritos por Dawson et al. (2002), que descreveu valores de 608,5 g kg<sup>-1</sup> de FDN em azevém ensilado sem tratamento.

O teor de HEM nos materiais originais e nas silagens pode confirmar solubilização de parte do seu conteúdo durante a ensilagem. Estes carboidratos estruturais e seus componentes como glicose, galactose, manose, xilose e arabinose não estão disponíveis imediatamente como substrato para a fermentação, mas podem ser disponibilizados

através de hidrólise ácida, ocorrida durante o processo (McDonald et al., 1991). Os autores afirmam que durante a ensilagem pode ocorrer significativa hidrólise da HEM. Neste estudo, este processo pode ter ocorrido em ambos métodos de ensilagem, mas sua extensão é mais evidente na silagem com absorvente, onde ocorreu redução de 64 g kg<sup>-1</sup> no teor de HEM, além de maior queda no pH, em contraste aos 30 g kg<sup>-1</sup> nas silagens de azevém emurhecido. Mesmo com os teores de FDA da casca de soja superiores ao azevém, proporcionalmente sua simples adição não seria capaz de promover tal redução, evidenciando ainda mais o processo.

Os resultados relativos a perdas fermentativas nas silagens adicionadas de casca de soja e emurhecidas demonstram a efetividade da casca de soja como aditivo para redução da PE na silagem, que pode ser considerada negligível nos dois métodos. O grande potencial de absorção de água da casca de soja contribuiu muito para a redução na PE, visto que os valores das silagens adicionadas de casca de soja não diferiram das silagens provenientes do azevém emurhecido. Jones et al. (1990) compararam silagens de azevém com ou sem adição de cevada laminada como absorvente verificaram PE de aproximadamente 51 L por tonelada em silagem de azevém não tratado, reforçando a efetividade dos resultados aqui obtidos.

Os valores de PG e PTMS deste experimento podem ser considerados baixos. Loures (2004), avaliando silagens de capim Tanzânia emurhecidas ou não, observou valores médios de PG de 21 e 23 % respectivamente. Em experimento comparando silagens de Azevém perene (*Lolium perenne*), Woolford et al. (1983) observaram perdas de 8,0, 4,1 e 3,6 % de MS para os tratamentos controle, com adição de fonte absorvente ou emurhecida, respectivamente. Estes valores, sobretudo os valores relativos as silagens adicionadas de bentonita e emurhecida, estão bem próximos aos verificados neste experimento.

Tanto as médias apresentadas para EA, quanto as médias de TM, TTM (P = 0,06) e pH pós EA sugerem que as silagens adicionadas com casca de soja foram marcadamente mais estáveis em aerobiose. Diversos fatores oriundos dos pacotes tecnológicos utilizados na ensilagem podem influenciar a variável, como o processo de emurhecimento, que aumenta o teor de MS da forragem e pode restringir a fermentação, produzindo maior teor de carboidratos residuais e quantidade inferior de ácidos fracos na

silagem, como o acético, capaz de reduzir o desenvolvimento de leveduras (McDonald et al., 1991). Além disso, o emurhecimento a campo pode favorecer o desenvolvimento de leveduras capazes de utilizar ácido láctico como substrato, que permanecem inativas até a abertura do silo (Woolford, 1990). Portanto, estes fatores podem ter influenciado positivamente as médias de EA e pH verificadas nestas silagens.

De acordo com McDonald et al. (1991), a variação nos valores de TM entre os métodos de ensilagem pode estar relacionada aos produtos da fermentação ou ao calor específico das silagens. Durante a exposição ao ar ocorre a oxidação do substrato presente nas silagens pelos microrganismos espoliadores, resultando em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e produção de calor. Mais calor é produzido no processo de oxidação de glicose quando comparada ao ácido láctico; silagens emurhecidas apresentam glicose, frutose e outras hexoses como maior fonte de energia, ao contrário de silagens que apresentam fermentação mais intensa e consequente maior produção de ácido láctico. Por outro lado, os autores também relacionam o teor de MS do azevém com o calor específico necessário para que o aumento na temperatura ocorra, de forma que mais energia é requerida para elevar a temperatura em silagens mais úmidas.

As variáveis relativas à avaliação da estabilidade aeróbia das silagens sugerem, neste experimento, que a adição de casca de soja pode ter favorecido a estabilidade das silagens expostas ao ar. Contudo, análises mais aprofundadas dos componentes da fermentação e o teor de CS remanescente nas silagens seriam necessárias para esclarecer os mecanismos envolvidos.

### 3.4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos dois anos de cultivo do azevém anual, cultivar Barjumbo, nas condições observadas neste estudo, demonstram que o aumento na densidade de semeadura não apresenta efeitos significativos sobre a produtividade, tampouco efeito sobre a qualidade da forragem ou das silagens oriundas dela.

O uso da casca de soja como aditivo absorvente em silagens de azevém mostrou-se promissor, produzindo silagens com qualidade semelhante à silagens emurhecidas, e com maior estabilidade aeróbia. Ressalta-se ainda as limitações climáticas para realização do emurhecimento a campo, que podem atrasar o corte e comprometer a qualidade da forragem, tornando assim mais atrativa a possibilidade de utilizar a casca de soja como absorvente de umidade nessas ocasiões.

## REFERÊNCIAS

- AHRENS, D. C.; OLIVEIRA, J. C. Efeitos do manejo do azevem anual (*Lolium multiflorum* Lam.) na produção de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 1, p. 41-47, 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington. 1105-1106 pp. 1990.
- CARPINTERO, C. M.; HENDERSON, A. R.; MCDONALD, P. The effect of some pre-treatments on proteolysis during the ensiling of herbage. **Grass and Forage Science**, v. 34, n. 4, p. 311-315, 1979.
- CARVALHO, C. A. B., DA SILVA, S. D., SBRISSIA, A. F., et al. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p. 591-600, 2000.
- CLARK, B. J.; PRIOUL, J. L.; COUDERC, H. The physiological response to cutting in Italian ryegrass. **Grass and Forage Science**, v. 32, n. 1, p. 1-5, 1977.
- DAWSON, L. E. R.; KIRKLAND, R. M.; FERRIS, C. P. et al. The effect of stage of perennial ryegrass maturity at harvesting, fermentation characteristics and concentrate supplementation, on the quality and intake of grass silage by beef cattle. **Grass and Forage Science**, v. 57, n. 3, p. 255-267, 2002.
- DE MENDIBURU, F. *Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research*. R package version 1.2-3., 2015. <http://CRAN.R-project.org/package=agricolae>
- DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; VAN WIKSELAAR, P. G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v. 56, n. 4, p. 330-343, 2001.
- FERREIRA, E. B., CAVALCANTI, P. P., NOGUEIRA, D. A. *ExpDes: Experimental designs package*. R package version 1.1.2., 2013. <https://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes>
- FLARESSO, J. A., GROSS, C. D., ALMEIDA, E. X. Época e densidade de semeadura de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1969-1974, 2001.
- FONTANELI, R. S. et al. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira** / editores, Renato Serena Fontaneli, Henrique Pereira dos Santos, Roberto Serena Fontaneli. 2. Ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 544p.
- HAIGH, P.M. Effluent production from grass silages treated with additives and made in large-scale bunker silos. **Grass and Forage Science**, v.54, p.208-218, 1999
- HALL, M. B. **Neutral Detergent Soluble Carbohydrates Nutritional Relevance and Analysis: A Laboratory Manual**. University of Florida, 2000.



- HAN, K. J.; McCORMICK, M. E.; DEROUEN, S. M. et al. Bale Location Effects on Nutritive Value and Fermentation Characteristics of Annual Ryegrass Bale Stored in In-line Wrapping Silage. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 27, n. 9, p. 1276, 2014.
- HOLDEN, L. A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, supl. esp., p.101-120, 2007.
- JONES, D. I. H.; JONES, R.; MOSELEY, G. Effect of incorporating rolled barley in autumn-cut ryegrass silage on effluent production, silage fermentation and cattle performance. **The Journal of Agricultural Science**, v 115, part 3, p. 393-398. dec. 1990.
- KELES, G.; O'KIELY, P.; LENEHAN, J. J. et al. Conservation characteristics of baled grass silages differing in duration of wilting, bale density and number of layers of plastic stretch-film. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, p. 21-34, 2009.
- KUNELIUS, H. T.; NARASIMHALU, P. Yields and quality of Italian and westerwolds ryegrasses, red clover, alfalfa, birdsfoot trefoil, and Persian clover grown in monocultures and ryegrass-legume mixtures. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 63, n. 2, p. 437-442, 1983.
- KUNG, L.; RANJIT, N. K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 5, p. 1149-1155, 2001.
- LOURES, D. R. S. **Enzimas fibrolíticas e emurchecimento no controle de perdas da ensilagem e na digestão de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo silagem de capim Tanzânia**. 2004. 132 p. Tese de Doutorado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The Biochemistry of Silage**. 2nd ed. Marlon, UK: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.
- McGECHAN, M. B. A review of losses arising during conservation of grass forage: part 1, field losses. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 44, p. 1-21, 1989.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC international**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.
- MITTELMANN, A. et al. **Avaliação de populações de azevém quanto à produção de forragem**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2004. 12p. (Embrapa Gado de Leite. Boletim de Pesquisa, 15).
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. <https://www.R-project.org/>.

- REDFEARN, D. D.; VENUTO, B. C.; PITMAN, W. D. et al. Cultivar and environment effects on annual ryegrass forage yield, yield distribution, and nutritive value. **Crop Science**, v. 42, n. 6, p. 2049-2054, 2002.
- RSTUDIO TEAM. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA, United States, 2015. <http://www.rstudio.com/>.
- SALERNO, A. R.; TCACENCO, F. A. **Características e técnicas de cultivo de forrageiras de estação fria no Vale do Itajaí e Litoral de Santa Catarina**. EMPASC, 1986.
- SCHMIDT, P.; SOUZA, C. M.; BACH, B. C. Uso estratégico de aditivos em silagens: quando e como usar?. In: **JOBIM, C. C. SIMPÓSIO DE CONSERVAÇÃO DE FORRAGENS, 5...** Maringá, 2014.
- TONATO, F. et al. Aveia preta e azevém anual colhidos por interceptação de luz ou intervalo fixo de tempo em sistemas integrados de agricultura e pecuária no Estado de São Paulo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 1, p. 104-110, jan, 2014.
- 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, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. **Cornell University Press**, 1994.
- VENUTO, B. C. et al. Impact of seeding rate on annual ryegrass performance. **Grass and forage Science**, v. 59, n. 1, p. 8-14, 2004.
- WILES, Peter G.; GRAY, Ian K.; KISSLING, Roger C. Routine analysis of proteins by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of AOAC International**, v. 81, n. 3, p. 620-632, 1998.
- WEISSBACH, F. The future of forage conservation. In: **Proceedings of the 2nd International Symposium on Forage Quality and Conservation**. Edição de João Luiz Pratti Daniel, Maity Zopollatto e Luiz Gustavo Nussio. Piracicaba, FEALQ, 2011. p. 319-363
- WOOLFORD, M. K.; WILKINSON, J. M.; COOK, J. E. Investigations on the effect of sodium bentonite and other moisture absorbents on the production of effluent from grass silage. **Animal feed science and technology**, v. 8, n. 2, p. 107-118, 1983
- WOOLFORD, M. K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 68, n. 2, p. 101-116, 1990.

## SILAGEM DE AZEVÉM COM DIFERENTES NÍVEIS DE ABSORVENTE DE UMIDADE

### RESUMO

A medida que a competitividade aumenta nos mercados, as empresas buscam formas de aumentar a lucratividade e diminuir custos. Essa é uma afirmação válida para todos os setores da economia e válida também para o setor agropecuário. Neste contexto, o presente experimento avaliou a produção de silagens de azevém com a adição de níveis crescentes da casca de soja como aditivo, buscando melhorar a logística de produção do volumoso e reduzir a dependência climática. As silagens foram produzidas com azevém cultivar Barjumbo, ensilado com a adição de casca de soja em cinco diferentes níveis (3, 6, 9, 12 e 15% da massa verde), em silos experimentais. As silagens apresentaram teor médio de matéria seca de 278 g kg<sup>-1</sup> e pH médio de 4,27. Os teores de fibra em detergente neutro apresentaram redução em função das maiores substituições pela casca de soja, com média de 616 g kg<sup>-1</sup> MS. As perdas totais de matéria seca foram semelhantes entre os níveis utilizados, com média de 4,2 % de MS. A produção de efluente demonstrou redução com a maior adição do aditivo absorvente, porém, com valores muito baixos para todos os tratamentos. Na avaliação da estabilidade aeróbia, as silagens não diferiram quanto as perdas de matéria seca, com valor médio de 174 g kg<sup>-1</sup> MS após 240 horas exposição ao ar. Os resultados obtidos demonstram efetividade da casca de soja no controle da produção de efluente, sem prejudicar os valores de pH, promovendo bons resultados nas menores inclusões.

**Palavras-chave:** casca de soja, efluente, ensilagem, forragem, gramínea

## **RYEGRASS SILAGE MADE WITH DIFFERENTS LEVELS OF HUMIDITY ABSORBENT**

### **ABSTRACT**

As far the competition rises in the markets, companies must find ways to improve profits and reduce costs. This sentence is valid to all the economic sectors, comprising agricultural sector. In this context, this work evaluates the production of ryegrass silage made with increasing levels of soybean hulls searching for efficiency and reduction of influence of the weather. The silages were made with annual ryegrass variety Barjumbo, ensiled with soybean hulls at five different levels (3, 6, 9, 12, 15 % wet basis). Silages presented average dry matter content of 278 g kg<sup>-1</sup> and pH 4.27. The average neutral detergent fiber was 616 g kg<sup>-1</sup> DM and it was decreased according to increase of soybean hulls on the silage. The total dry matter losses during fermentation was similar among levels averaging 4.2 % of DM. Effluent production showed reduction according to the increase of absorbent level, but the values were low for all treatments. The evaluation of aerobic stability did not show difference of dry matter losses among treatments, averaging 174 g kg<sup>-1</sup> DM. The findings show the effectiveness of soybean hulls to avoid effluent production, without harming pH values, showing good results in smallest levels.

**Key words:** effluent, ensiling, forage, grass, soybean hulls

## 4 INTRODUÇÃO

A medida que aumenta o número de animais nas propriedades, cresce a demanda por alimento de qualidade, no caso da região Sul-brasileira, o azevém tem expressiva utilização na produção de volumoso para ruminantes, com a vantagem de não competir com culturas de grande expressão econômica como a soja. Fontaneli et al. (2011), recomendam azevém como uma das espécies de inverno para aproveitar a ociosidade da terra neste período. Além disso, devido ao seu valor nutritivo, boa digestibilidade e alto conteúdo proteico sua produção é capaz de suprir de maneira eficiente grande parte dos nutrientes nas dietas de ruminantes. Quando bem utilizada, essa forragem pode, inclusive, reduzir a dependência de alimentos concentrados, com consequente redução nos custos de produção.

A conservação do azevém é realizada tradicionalmente pelo processo de emurchecimento, técnica também conhecida como “pré-secagem”. Na maioria dos países da Europa é adotada como técnica exclusiva para conservação desta gramínea, sendo apontada por Fontaneli et al. (2012) juntamente com o processo de fenação como meios utilizados no Brasil. O emurchecimento apresenta efetividade na conservação, restringindo a produção de efluente e reduzindo perdas fermentativas, quando comparada a ensilagem direta dessa forragem. De acordo com Nussio e Ribeiro (2008) o maior benefício do emurchecimento está ligado a maior recuperação de MS devido a menor perda por gases. Porém, os autores afirmam que estudos envolvendo emurchecimento apresentam resultados muito variáveis devido as condições climáticas, sendo este um dos maiores entraves para o emprego da técnica, aliado a especificidade e alto custo do maquinário envolvido.

Os métodos de conservação de forragens devem maximizar as chances de produzir alimentos com alta qualidade, utilizando técnicas de baixo risco e que minimizem as perdas a campo e no processo de conservação. No sul do Brasil, o maior entrave para o emurchecimento de forragens de inverno é o clima frio e úmido, que limita fortemente o número de dias favoráveis a realização do processo. Neste sentido, novas possibilidades para conservar essa forragem devem ser avaliadas.

McDonald et al. (1991) cita o uso de absorventes de umidade em silagens de gramíneas como uma das opções para melhorar o processo fermentativo e qualidade do material ensilado. Este processo foi alvo de muitos estudos em nosso país utilizando gramíneas tropicais e testando diversos materiais absorventes (Bernardino et al., 2005; Coan et al., 2007). Os dois trabalhos verificaram principalmente elevação do teor de matéria seca das silagens, queda no pH e redução na produção de efluente. A aplicação da técnica é simples e consiste na aplicação de material com alta capacidade de retenção de água, misturada a forragem, durante o enchimento do silo. As maiores vantagens relativas ao processo são a baixa dependência de fatores climáticos e a possibilidade de usar resíduos da agroindústria, reduzindo custos e aumentando a qualidade da silagem. A principal desvantagem é a necessidade de recursos financeiros para adquirir o aditivo, em grande quantidade.

No caso da região sul brasileira, a casca da soja apresenta alto potencial de absorção de umidade (Ribeiro et al., 2009), além de ser amplamente disponível, com grande potencialidade para utilização na ensilagem do azevém; contudo, essa prática ainda não tem sido estudada ou aplicada por produtores.

Neste contexto, o presente trabalho buscou identificar o melhor nível de adição da casca de soja como aditivo absorvente na ensilagem do azevém, de acordo com a efetividade do processo fermentativo e redução nas perdas inerentes ao processo.

#### 4.1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado pelo Centro de Pesquisas em Forragicultura (CPFOR), da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, PR. A parte de campo da pesquisa foi implantada na Fazenda Canguiri, localizada no município de Pinhais, PR, com altitude de 950 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, se enquadra no grupo Cfb, subtropical úmido, mesotérmico, apresentando estações de verão ameno e geadas severas e frequentes, sem definição de estação seca.

#### 4.1.1 CULTURA E TRATOS CULTURAIS

A área de 1.000 m<sup>2</sup> foi preparada com gradagem feita após calagem (1,8 ton/ha) de acordo com a análise de solo. O plantio do azevém foi realizado manualmente no mês de Junho de 2014, na densidade de plantio de 600 plantas/m<sup>2</sup> (30 kg ha<sup>-1</sup>), utilizando espaçamento entre linha de 0,17 m e adubação feita na linha de plantio com 500 kg ha<sup>-1</sup> da formula 08-20-20. Após o plantio foram realizadas capinas manuais na área para controle de invasoras. O primeiro corte da cultura foi realizado no início de Setembro de 2014. A ensilagem do azevém para este estudo ocorreu no segundo corte, no dia 23 de Outubro de 2014.

#### 4.1.2 ENSILAGEM DO AZEVÉM

Após o corte manual, mediante roçadeira costal motorizada, o azevém foi levado para a sala de campo do CPFOR, onde a forragem foi picada em implemento estacionário (Menta, modelo Super 15 T), resultando tamanho médio de partículas de 8,8 cm. A confecção dos tratamentos e ensilagem foi realizada imediatamente após o processamento da forragem. A composição bromatológica da forragem e do absorvente de umidade (casca de soja) utilizados no experimento estão descritas na Tabela 6.

TABELA 6 – COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DOS MATERIAIS UTILIZADOS NA ENSILAGEM.

Variáveis <sup>1</sup>	Azevém	Casca de soja
MS, g kg <sup>-1</sup>	228	894
MM, g kg <sup>-1</sup>	92	44
PB, g kg <sup>-1</sup>	137	116
FDN, g kg <sup>-1</sup>	734	669
FDA, g kg <sup>-1</sup>	406	451
HEM, g kg <sup>-1</sup>	329	218

<sup>1</sup> MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; PB: Proteína bruta; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; HEM: Hemicelulose.

Cinco níveis de adição do absorvente de umidade foram avaliados, compondo os cinco tratamentos experimentais (3, 6, 9, 12 e 15% de adição na massa verde), com quatro repetições. O tratamento sem inclusão (nível zero) não foi avaliado, pois é fato

consolidado na literatura os danos decorrentes da ensilagem de gramíneas com sua umidade original (Jones et al., 1990; Fransen e Strubi, 1998; Loures et al., 2005).

Os silos experimentais, medindo 31,5 cm de altura, descontado o espaço para retenção de efluente, 30 cm de diâmetro na base superior e 26,5 na base inferior, possuíam volume útil de 0,01887 m<sup>3</sup>. Os silos eram providos de válvula tipo Bunsen para escape de gases e continham 2 kg de areia no fundo para retenção de efluente. Sobre a areia foi colocado pano de algodão e tela plástica para evitar o contato com a forragem ensilada. A compactação foi realizada com os pés, e a forragem para cada silo foi individualmente pesada (11,322 kg) para atingir massa específica (ME) de 600 kg MV m<sup>3</sup>. Os silos foram armazenados a temperatura ambiente por 90 dias. As perdas fermentativas inerentes ao processo de ensilagem foram estimadas por diferenças gravimétricas, conforme descrito por Jobim et al. (2007).

#### 4.1.3 ANÁLISES E AMOSTRAGEM

A abertura dos silos foi realizada no dia 23 de Janeiro de 2015. Foram coletadas amostras de aproximadamente 800 g por tratamento para determinação dos valores de pH, teor de MS e composição bromatológica. Os valores de pH foram obtidos em extrato aquoso (25 g de silagem em 225 mL de água deionizada) através de agitação com bastão de vidro por 1 minuto e leitura imediata, utilizando pHmetro digital (Gehaka, modelo PG 1800).

Para determinação do teor de MS as amostras das silagens foram secas em estufa de circulação forçada de ar por um período de 72 h a 55°C. Estas amostras foram moídas em moinho de facas do tipo Willey com peneira de malha 1 mm e utilizadas para análises químico-bromatológicas, realizadas no laboratório de Bromatologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ-USP – Piracicaba - SP.

Foram determinadas de forma sequencial Matéria seca em estufa, por secagem a 105 °C durante 8 h e matéria mineral (MM) incinerando a amostra a 600 °C durante 4 h (AOAC, 1990). Os teores de proteína bruta (PB) das amostras foram obtidos por combustão pelo método Dumas, utilizando um determinador de nitrogênio da marca LECO®, modelo FP-528 (Wiles et al., 1998). Os teores de Fibra em detergente neutro



(FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados de acordo com metodologia descrita por Van Soest et al. (1991) de forma sequencial, utilizando sulfito de sódio e corrigida para cinzas (Mertens, 2002), empregando o método proposto pela ANKON “Fiber Analyser” (Ankon Technology). O teor de hemicelulose (HEM) foi estimado pela diferença entre os teores de FDN e FDA (Van Soest et al., 1991).

A estabilidade aeróbia das silagens foi determinada de acordo com metodologia proposta por Kung et al. (2000). Amostras de 3,0 kg das silagens foram colocadas em baldes plásticos sem tampa e mantidas em sala com temperatura controlada ( $25 \pm 2$  °C). As medidas de temperatura nos silos e do ambiente foram tomadas a cada 30 minutos durante 10 dias, usando data loggers (Lascar Electronics, modelo EL-USB-1) inseridos no centro da massa. Após 260 h, as silagens foram amostradas e secas em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas, para obtenção do valor de MS. As variáveis analisadas foram: horas para quebra da estabilidade, definida como aumento da temperatura das silagens em 2°C em relação ao ambiente; tempo para as silagens atingirem a temperatura máxima; temperatura máxima alcançada pelas silagens; e perda total de MS durante o ensaio de estabilidade.

#### 4.1.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi arranjado em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (níveis de adição de casca de soja), em quatro repetições. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R versão 3.2.

Após análise de variâncias, para as variáveis que apresentaram significância foram ajustadas equação de regressão em função dos níveis de inclusão de casca de soja, utilizando a função “linear model” do pacote “stats”.

## 4.2 RESULTADOS

Os valores médios das variáveis estudadas neste experimento, bem como a sua interação com os níveis de inclusão de casca de soja estão demonstradas na Tabela 7. Apenas as variáveis temperatura máxima e perdas de MS no período de estabilidade aeróbia não se ajustaram a equações de regressão.

TABELA 7 – VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS ESTUDADAS, GRAU DE SIGNIFICÂNCIA, COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO E MODELOS AJUSTADOS.

Variáveis <sup>1</sup>	Significância <sup>3</sup>	R <sup>2</sup>	Média	Modelo
Matéria seca, g kg <sup>-1</sup>	***	0,96	278	MS = 226 + 5,91 * X
pH	***	0,64	4,27	pH = 4,10 + 0,019 * X
Matéria mineral, g kg <sup>-1</sup>	***	0,63	80	MM = 91 - 1,21 * X
Proteína bruta, g kg <sup>-1</sup>	***	0,67	136	PB = 141 - 0,59 * X
FDN, g kg <sup>-1</sup>	***	0,59	616	FDN = 658 - 4,62 * X
FDA, g kg <sup>-1</sup>	**	0,39	390	FDA = 0,48x <sup>2</sup> - 7,98X + 414
Hemicelulose, g kg <sup>-1</sup>	***	0,68	223	HEM = 270 - 5,24 * X
Perdas por gás, % MS	*	0,29	3,4	PG = 0,99 + 0,27 * X
PTMS, % MS	*	0,23	4,2	PTMS = 2,1 + 0,23 * X
PE, kg ton <sup>-1</sup>	***	0,67	7,8	PE = 11 - 0,36 * X
ME, kg MS m <sup>3</sup>	***	0,96	163	ME = 133 + 3,52 * X
Estabilidade aeróbia, h	**	0,39	117	EA = 63 + 5,99 * X
TTM, h	***	0,47	176	TTM = 114 + 6,86 * X
TM, °C	ns	-	39	-
PMSEA, g kg <sup>-1</sup>	ns	-	174	-

<sup>1</sup> FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; PTMS: Perdas totais de matéria seca; PE: Perdas por efluente; ME: Massa específica; TM: Temperatura máxima; TTM: Tempo até temperatura máxima; PMSEA: Perdas de matéria seca no período de estabilidade aeróbia.

<sup>3</sup> \*\*\* (P<0,001); \*\* (P<0,01); \* (P<0,5); ns: não significativo.

Conforme esperado, os tratamentos demonstraram diferença marcante nos teores de MS (Tabela 8). A massa específica calculada com base na matéria verde (MV) das silagens não variou entre os tratamentos com média de 588 kg MV m<sup>3</sup>; porém, a massa específica calculada com base na MS apresentou efeito semelhante ao teor de MS de acordo com as maiores adições de casca de soja.

O pH destas silagens também demonstrou este comportamento, mas permanecendo dentro de níveis satisfatórios. O teor de MM apresentou decréscimo de acordo com os tratamentos e a mesma tendência linear negativa observada para os teores de PB, FDN e HEM. O coeficiente de determinação da PB foi superior a MM e

FDN, indicando melhor ajuste dos dados. Estas variáveis apresentam redução juntamente com a redução na produção de efluente (PE), o que demonstra baixa associação entre essas perdas. Além disso, proporcionalmente ao teor de MS das silagens, o teor de PB apresenta aumento de acordo com a maior adição de casca de soja, ocorrendo o mesmo para as variáveis FDN e FDA.

TABELA 8 – VARIÁVEIS QUÍMICO-BROMATOLÓGICAS E MASSA ESPECÍFICA DE SILAGENS COM NÍVEIS CRESCENTES DE ABSORVENTE DE UMIDADE.

Variáveis <sup>1</sup>	Nível de inclusão de casca de soja					EPM <sup>2</sup>
	3%	6%	9%	12%	15%	
MS, g kg <sup>-1</sup>	243	264	281	296	315	5,84
pH	4,17	4,20	4,28	4,31	4,41	0,02
MM, g kg <sup>-1</sup>	91	80	80	77	74	1,47
PB, g kg <sup>-1</sup>	140	138	133	134	133	0,74
FDN, g kg <sup>-1</sup>	641	635	628	584	597	6,15
FDA, g kg <sup>-1</sup>	392	391	380	383	405	2,81
HEM, g kg <sup>-1</sup>	249	244	230	201	192	6,16
ME, kg MS m <sup>3</sup>	142	155	166	174	186	3,49

<sup>1</sup> MS: Matéria seca, MM: Matéria mineral; PB: Proteína bruta; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; HEM: Hemicelulose; ME: Massa específica.

<sup>2</sup> Erro padrão da média

A variável FDA se ajustou a regressão quadrática, demonstrando um padrão diferenciado em relação as demais variáveis, tendendo a leve aumento. Os teores de HEM por sua vez reduziram proporcionalmente com as adições de casca de soja.

Dentre as variáveis relativas a perdas fermentativas (Tabela 9), a produção de efluente (PE) apresentou melhor ajuste, com modelo capaz de explicar 67% da variação dos dados, demonstrando o efeito de acordo com o aumento nos níveis de casca de soja, com tendência linear negativa e redução na PE em relação ao nível de menor adição, conforme esperado.

TABELA 9 – PERDAS FERMENTATIVAS EM SILAGENS DE AZEVÉM COM NÍVEIS CRESCENTES DE ABSORVENTE DE UMIDADE

Variáveis <sup>1</sup>	Nível de inclusão de casca de soja					EPM <sup>2</sup>
	3%	6%	9%	12%	15%	
Produção efluente <sup>3</sup>	10,2	8,5	7,5	7,1	5,6	0,45
Perdas gás, % MS	2,57	1,97	2,78	4,52	5,36	0,49
PTMS, % MS	3,57	2,81	3,52	5,11	5,89	0,47

<sup>1</sup> Produção de efluente (Kg/ton), PTMS: Perda total de matéria seca.

<sup>2</sup> Erro padrão da média

As variáveis perdas por gás (PG) e perdas totais de matéria seca (PTMS) se adequaram ao modelo linear, demonstrando aumento tanto na PG quanto na PTMS de acordo com as maiores adições de casca de soja, porém, ambas com baixo coeficiente de determinação.

As variáveis estabilidade aeróbia (EA) e tempo para temperatura máxima (TTM) se ajustaram ao modelo linear, demonstrando incremento nas silagens onde a adição da casca de soja foi superior, com tendência a maior estabilidade (Tabela 10). Os valores observados para temperatura máxima (TM) e perdas de matéria seca no período de estabilidade (PMSEA) não se ajustaram ao modelo de regressão proposto.

TABELA 10 – ESTABILIDADE AERÓBIA EM SILAGENS DE AZEVÉM COM NÍVEIS CRESCENTES DE ABSORVENTE DE UMIDADE

Variáveis <sup>1</sup>	Nível de inclusão de casca de soja					EPM <sup>2</sup>
	3%	6%	9%	12%	15%	
EA, h	88	89	124	122	162	9,37
TTM, h	144	149	174	178	232	9,71
TM, ° C	37,8	37,1	40,9	38,3	39,4	0,45
PMSEA, g kg <sup>-1</sup> MS	186,6	191,8	166,5	149,3	182,3	8,54

<sup>1</sup>EA: Horas para elevação da temperatura em 2 °C, TTM: Tempo para temperatura máxima, TM: Temperatura máxima, PMSEA: Perdas de matéria seca no período de estabilidade (260 h).

<sup>2</sup> Erro padrão da média.

### 4.3 DISCUSSÃO

O teor de MS do azevém fresco ( $228 \text{ g kg}^{-1}$ ) pode ser considerado alto, em função do estágio de crescimento das plantas (pré-florescimento) no momento da ensilagem, indicando o começo da fase reprodutiva. Estudos com azevém demonstram teores de MS variáveis, de acordo com estágio vegetativo, cultivar e ploidia do material, abrangendo desde valores extremamente baixos, próximos a  $130 \text{ g kg}^{-1}$  (Conaghan et al., 2012),  $181 \text{ g kg}^{-1}$  MS na metade da inflorescência (Bisaglia et al., 2011) e até  $238 \text{ g kg}^{-1}$  em avaliação de pastagens de azevém (Alves Filho et al., 2003).

Correlacionado a crescente adição da casca de soja, a variável massa específica (ME) demonstrou tendência linear positiva, com aumento significativo, devido ao aumento na quantidade de MS incluída em cada tratamento, proveniente da casca de soja. O ajuste da ME tem grande importância pois, aliada ao teor de MS, determina a porosidade da silagem, que por sua vez determina a extensão da espoliação que ocorrerá durante a estocagem e após abertura do silo. Valores de ME acima de  $225 \text{ kg MS m}^3$  são capazes de reduzir perdas de MS durante a estocagem (Holmes e Muck, 1999). As silagens deste experimento estão abaixo dos valores preconizados como ideais, mas a adição de casca de soja notavelmente propiciou os valores mais próximos.

Segundo Valeriano et al. (2009), o teor de MM em silagens pode ser utilizado para estimar indiretamente as perdas durante o processo fermentativo, por permanecer inalterado durante esta fase. Contudo, em silagens onde ocorre maior produção de efluente essa afirmação não pode ser assumida, pois o efluente pode carrear produtos da fermentação, carboidratos solúveis (CS), aminoácidos e considerável quantidade de minerais, levando nestes casos a menor quantidade de minerais na silagem em relação a forragem fresca (McDonald et al., 1991). No presente estudo, o teor de MM apresentou tendência linear negativa em função dos tratamentos, e diretamente correlacionada com os teores de minerais dos materiais antes da ensilagem. A casca de soja apresentou apenas metade do teor de MM do azevém e, representa influência significativa nessa redução.

O pH das silagens seguiu a tendência linear positiva, em função dos tratamentos. Esta tendência pode ter ocorrido devido ao aumento no teor de MS das silagens, pois a

quantidade de umidade presente na forragem pode afetar a extensão da fermentação (McDonald et al., 1991). Contudo, os valores de pH das silagens podem ser considerados satisfatórios quando comparados a dados de literatura para forragens de inverno. Em experimento utilizando azevém emurchecido ensilado com diferentes inoculantes, Conaghan et al. (2010), obtiveram teores de MS das silagens variando entre 248 e 264 g kg<sup>-1</sup> e valores de pH entre 4,2 e 4,5, bem próximos aos valores observados neste experimento. Os mesmos autores classificaram o padrão de fermentação dessas silagens entre bom e excelente.

O teor de PB das silagens apresentou média de 135,7 g kg<sup>-1</sup> MS, com leve decréscimo em função da adição de casca de soja. Porém se analisado o aumento do teor de MS e ME ocasionados pela adição, proporcionalmente tem-se um aumento no teor de PB, ou seja, nos 142 kg de MS m<sup>3</sup> da silagem com 3% de casca de soja tem-se 19,9 kg de PB contra 24,7 kg na silagem com maior adição de casca de soja. Entretanto, os valores dos tratamentos podem ser considerados médios/baixos, mas condizentes com o estágio de desenvolvimento da cultura. Han et al. (2014) avaliaram fardos de azevém emurchecido ensilado em estágio de desenvolvimento mais avançado, entre inflorescência e floração, e verificaram teores de PB variando entre 119 e 142 g kg<sup>-1</sup> MS.

O teor de PB da forragem fresca foi ligeiramente superior a média de todos os tratamentos, mas aproximadamente 3 g kg<sup>-1</sup> MS inferior as médias das duas primeiras inclusões de casca de soja. O valor de PB da casca de soja foi 20 g kg<sup>-1</sup> MS mais baixo, portanto este incremento poderia ser explicado pelo processo fermentativo das silagens. Os valores de pH nessas silagens demonstram que a extensão da fermentação pode ter ocorrido de forma mais intensa, resultando em maior produção de compostos voláteis. A perda destes no processo de determinação da MS em estufa pode ter contribuído para explicar a diferença. Pode-se assumir também que a ordem de montagem dos silos, na rotina experimental, tenha influenciado esta variável, pois, a exposição da forragem ao ar se prolongou nas maiores inclusões de casca de soja, o que pode levar a maior oxidação de CS (respiração) e menos substrato para fermentação. Mesmo em condições experimentais onde estas interferências são reduzidas este efeito pode ser observado. Bach (2015) observou este efeito na montagem dos tratamentos em silagens de milho.

Os teores de fibra do azevém dependem grandemente do estágio de desenvolvimento das plantas e do número de cortes da cultura (Harrison et al., 1994; Fontaneli et al., 2012). Em geral, ocorre aumento em função do avanço na idade da forragem, devido a sua maior deposição, com impacto na qualidade do material. Os teores de FDN das silagens estão abaixo do valor observado na forragem fresca, com média de 616,5 g kg<sup>-1</sup> MS, mas de acordo com o estágio de crescimento da cultura no momento do corte, entre inflorescência e floração. Estes valores estão próximos aos teores reportados por Han et al. (2014) que, ao avaliar três estágios de desenvolvimento distintos (emborrachamento, inflorescência e floração), verificaram teores de FDN médios de 606, 617 e 673 g kg<sup>-1</sup> MS, respectivamente.

A adição de casca de soja nas silagens, demonstrou redução nos teores de FDN correspondente ao aumento da casca de soja na mistura, porém analisando proporcionalmente a ME ocorre aumento na quantidade de FDN, assim como de FDA.

Por outro lado, o teor de HEM das silagens apresentou redução significativa comparado ao material fresco. De acordo com McDonald et al. (1991), pentoses podem ser liberadas a partir de processos enzimáticos e hidrólise ácida da HEM após a fermentação, que seriam então solubilizadas durante o processo de determinação do FDN, causando diferença nos teores de HEM e FDN. Em termos gerais, a composição da fração fibrosa da planta do azevém e da casca de soja são semelhantes (Tabela 6), o que explica a pequena magnitude de impacto da inclusão desse aditivo sobre o componente fibroso das silagens.

A PE durante a fermentação, para todos os tratamentos, apresentou valores quase insignificantes. Dados de pesquisa realizada por Conaghan et al. (2012) sugerem volumes de até 299 kg ton<sup>-1</sup>, em azevém ensilado com teor de MS de 130 g kg<sup>-1</sup> MS no momento do corte. Fransen e Strubi (1998) reportaram valores semelhantes, porém, obtiveram redução significativa na PE com adição de 10% de cevada como absorvente, e reduziram a valores praticamente insignificantes com adição de 30% de alfafa desidratada na silagem de azevém. Os valores de PE neste experimento evidenciam a capacidade da casca de soja na redução desta variável, apesar do alto teor de MS da forragem fresca. Segundo equação proposta por Haigh (1999) concentrações acima de 255 g kg<sup>-1</sup> de MS são necessárias para praticamente eliminar a produção de efluente.

Contudo, essas equações não consideram a composição da forragem e/ou dos aditivos. A pectina presente na casca de soja é capaz de se hidratar e reter grande quantidade de água, evitando a produção de efluentes mesmo sob teores mais baixos de umidade.

Valores de PG e PTMS podem ser considerados muito baixos para todos os níveis de adição, mesmo com a leve tendência linear positiva. Para silagens emurchecidas de azevém em fardos, colhidas com 40% de inflorescência, Bisaglia et al. (2011) apresentaram PTMS média de 6,2%, valor superior aos encontrado neste experimento. Woolford et al. (1983) no primeiro e segundo experimentos de uma série de cinco com silagens de azevém perene (*Lolium perenne*), demonstraram além de queda na PE de acordo com o aumento da fonte absorvente, no caso bentonita sódica, queda nas perdas de MS.

A adição de casca de soja nas silagens acarretou elevação na EA das silagens. Ribeiro (2007) comparando silagens de capim Marandu com adição de polpa cítrica ou casca de soja constatou maior tempo até a quebra da estabilidade nas silagens com casca de soja, atribuindo este efeito aos baixos teores de CS destas silagens e a baixa formação de ácido láctico durante a fermentação. De acordo com Driehuis et al. (2001), a redução do desenvolvimento de leveduras é o principal escopo ligado a aditivação de silagens visando maior EA. Neste sentido, Oude Elferink et al. (2001) citam que a degradação do ácido láctico em ácido acético e 1,2-propanediol tem grande importância na inibição de leveduras. Pahlow et al. (2003), separam a flora de bactérias ácido lácticas em dois grupos básicos que podem ocorrer simultaneamente durante a fermentação: homofermentativas que produzem ácido láctico como produto principal da fermentação e heterofermentativas onde produtos adicionais como etanol e acetato também são formados. Desta forma, a tendência apresentada pelos tratamentos com maior adição de casca de soja para maior EA também pode estar relacionada a formação de diferentes produtos da fermentação e ácidos fracos uma vez que estas silagens apresentam maiores perdas de MS, com valores de PG superiores, o que pode indicar mais produtos oriundos de heterofermentação, como o ácido acético.

Para a variável TTM foi observada a mesma tendência que a demonstrada pela EA, com aumento no tempo necessário para atingir a máxima temperatura em função das maiores adições por casca de soja. Esta variável, adicional a EA, pode também estar



relacionada ao menor teor de ácido láctico citado acima, fornecendo menor quantidade de substrato para crescimento de microrganismos relacionados a deterioração aeróbia nas silagens testadas. De acordo com Woolford (1990) a população de leveduras capazes de utilizar ácido láctico como substrato determina a deterioração da silagem após a exposição ao ar. Ainda, em silagens de capim as leveduras iniciam a deterioração aeróbia, seguidas de bactérias ácido tolerantes. Por outro lado, Driehuis et al (1999), cita que estes microrganismos são capazes de oxidar os produtos resultantes da fermentação, o que inicia as perdas. Segundo os autores, a quantidade de ácido acético não dissociado é considerado o fator mais importante na inibição do crescimento leveduras. Logo, a formação de determinados produtos durante a fermentação nas silagens pode também ter contribuído para o aumento na variável TTM. Contudo, os produtos da fermentação não foram avaliados no presente ensaio.

Os valores de TM não se ajustaram a equações de regressão, porém as médias observadas são altas, principalmente quando comparadas a valores obtidos em silagens de capins tropicais (Amaral et al., 2008; Ávila et al., 2009).

Médias de perdas de matéria seca no período de estabilidade (PMSEA) também não se ajustaram ao modelo de regressão. Os valores podem ser considerados médios, pois perdas entre 30 e 35 % de MS podem ocorrer após 14 dias de exposição ao ar em silagens de capins e milho (Woolford, 1990). Quando comparados a PMSEA em silagens de capim Tanzânia emurhecidas ou não (Loures, 2004), a média deste experimento está ligeiramente abaixo das perdas apresentadas pela autora.

A adição de pequenas quantidades de casca de soja já se mostra efetiva em produzir silagens com bom padrão de fermentação, controle da PE e incremento proporcional no teor de PB por m<sup>3</sup> com aumento do teor de MS. Além disso, esta tecnologia é uma importante estratégia para redução do impacto ambiental da produção de silagem, bem como uma alternativa aos processos tradicionais diminuindo a dependência climática e de maquinários específicos.

#### 4.4 CONCLUSÕES

A utilização da casca de soja nas condições do presente trabalho, demonstrou bons resultados no controle da produção de efluente, propiciando valores quase insignificantes para todos os tratamentos. O pH das silagens demonstra que o processo fermentativo não foi afetado pelo uso da casca de soja. Ainda, com o aumento na ME, a quantidade de PB por m<sup>3</sup> foi favorecida, ao contrário dos teores de FDN e FDA. Desta forma, menores adições de casca de soja podem prover bons resultados e valores nutricionais adequados com maior viabilidade econômica.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15<sup>th</sup>. Ed. Arlington, 1990. v.1, 1117p.
- ALVES FILHO, D. C.; NEUMANN, M.; RESTLE, J. et al. Características agronômicas produtivas, qualidade e custo de produção de forragem em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam) fertilizada com dois tipos de adubo. **Ciência Rural**, v. 33, n. 1, 2003.
- AMARAL, R. C., BERNARDES, T. F., SIQUEIRA, G. R., et al. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 977-983, 2008.
- ÁVILA, C. L. S., PINTO, J. C., FIGUEIREDO, A. R. M., et al. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-mombaça tratadas com *Lactobacillus buchneri*. **R. Bras. Zootec**, v. 38, n. 5, p. 779-787, 2009.
- BACH, B. C. **Perdas fermentativas, microbiologia e composição químico-bromatológica de silagens de milho (*Zea mays*) ou capim-mombaça (*Panicum maximum*) tratadas com aditivos microbianos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2015.
- BERNARDINO, F. S., GARCIA, R. R., ROCHA, F. C., et al. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2185-2291, 2005.
- BISAGLIA, C.; TABACCO, E.; BORREANI, G. The use of plastic film instead of netting when tying round bales for wrapped baled silage. **Biosystems engineering**, v. 108, n. 1, p. 1-8, 2011.
- COAN, R. M., REIS, R. A., GARCIA, G. R., et al. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1502-1511, 2007.
- CONAGHAN, P.; O'KIELY, P.; O'MARA, F. P. Conservation characteristics of wilted perennial ryegrass silage made using biological or chemical additives. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 2, p. 628-643, 2010.
- CONAGHAN, P.; O'KIELY, P.; O'MARA, F. P. Possibilities of increasing the residual water-soluble carbohydrate concentration and aerobic stability of low dry-matter perennial ryegrass silage through additive and cultivar use. **Grass and Forage Science**, v. 67, n. 2, p. 177-198, 2012.
- DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S. J. W. H.; SPOELSTRA, S. F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. **Journal of Applied Microbiology**, v. 87, n. 4, p. 583-594, 1999.
- DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; VAN WIKSELAAR, P. G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus*

- buchneri, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v. 56, n. 4, p. 330-343, 2001.
- FONTANELI, R. S. et al. Forrageiras para integração lavoura-pecuária na região sul-brasileira. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 6, n. 2, 2011. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/viewArticle/1429>> Acesso em 29/03/2014.
- FONTANELI, R. S. et al. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira** / editores, Renato Serena Fontaneli, Henrique Pereira dos Santos, Roberto Serena Fontaneli. 2. Ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 544p.
- FRANSEN, S. C.; STRUBI, F. J. Relationships among absorbents on the reduction of grass silage effluent and silage quality. **Journal of dairy science**, v. 81, n. 10, p. 2633-2644, 1998.
- HAIGH, P.M. Effluent production form grass silages treated with additives and made in large-scale bunker silos. **Grass and Forage Science**, v.54, p.208-218, 1999.
- HAN, K. J.; McCORMICK, M. E.; DEROUEN, S. M. et al. Bale Location Effects on Nutritive Value and Fermentation Characteristics of Annual Ryegrass Bale Stored in In-line Wrapping Silage. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 27, n. 9, p. 1276, 2014.
- HARRISON, J. H.; BLAUWIEKEL, R.; STOKES, M. R. Symposium: Utilization of grass silage. Fermentation and utilization of grass silage. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 10, p 3209-3225, 1994.
- HOLMES, B. J.; MUCK, R. E. Factors affecting bunker silos densities. **Madison: University of Wisconsin**, 1999.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-120, 2007 (supl. especial).
- JONES, D. I. H.; JONES, R.; MOSELEY, G. Effect of incorporating rolled barley in autumn-cut ryegrass silage on effluent production, silage fermentation and cattle performance. **The Journal of Agricultural Science**, v 115, part 3, p. 393-398. dec. 1990.
- KUNG, L.; ROBINSON, J. R., RANJIT, N. K. et al. Microbial populations, fermentation end-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. **Journal of dairy science**, v. 83, n. 7, p. 1479-1486, 2000.
- LOURES, D. R. S. **Enzimas fibrolíticas e emurchecimento no controle de perdas da ensilagem e na digestão de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo silagem de capim Tanzânia**. 2004. 132 p. Tese de Doutorado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
- LOURES, D. R. S., NUSSIO, L. G., PAZIANI, S. D. F., et al. Composição bromatológica e produção de efluente de silagens de capim-Tanzânia sob efeitos do emurchecimento, do tamanho de partícula e do uso de aditivos biológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 726-735, 2005.

- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC international**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.
- NUSSIO, L. G.; RIBEIRO, J. L. Silagem de capim: potencial e limitações. In: MUNIZ et al. (ed.) **Alternativas alimentares para ruminantes II**. Aracajú: Embrapa, 2008. P 53-80.
- OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; KROONEMAN, J.; GOTTSCHAL, J. C. et al. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1, 2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. **Applied and Environmental microbiology**, v. 67, n. 1, p. 125-132, 2001.
- PAHLOW, G.; MUCK, R. E.; DRIEHUIS, F. et al. 2 Microbiology of Ensiling. **Silage science and technology**, v. 42, p. 31, 2003. in: D.R. Buxton, R.E. Muck, J.H. Harrison (Eds.) **Silage Science and Technology**. American Society of Agronomy, Madison, WI;2003:251–304.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015. Version 3.2. <http://www.R-project.org/>.
- RIBEIRO, J. L. **Silagens de capins Marandu e Tanzânia avaliadas quanto às perdas de conservação, perfil fermentativo, valor nutritivo e desempenho de animais, na presença de aditivos químicos, microbianos e fontes absorventes de umidade**. 2007. 261 p. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.
- RIBEIRO, J. L., NUSSIO, L. G., MOURÃO, G. B., et al. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 230-239, 2009.
- VALERIANO, A. R.; PINTO, J. C.; ÁVILA, C. L. D. S., et al. Efeito da adição de *Lactobacillus* sp. na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 6, p. 1009-1017, 2009.
- 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, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- WILES, P. G.; GRAY, I. K.; KISSLING, R. C. Routine analysis of proteins by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of AOAC International**, v. 81, n. 3, p. 620-632, 1998.
- WOOLFORD, M. K.; WILKINSON, J. M.; COOK, J. E. Investigations on the effect of sodium bentonite and other moisture absorbents on the production of effluent from grass silage. **Animal feed science and technology**, v. 8, n. 2, p. 107-118, 1983.
- WOOLFORD, M. K. The detrimental effects of air on silage. *Journal of Applied Bacteriology*, v. 68, n. 2, p. 101-116, 1990.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O azevém representa grande importância na região sul do país para o suprimento da necessidade de forragem, durante o período de inverno, com alto valor nutricional. A qualidade dos materiais não é afetada pela densidade de plantio, então a sua relação com a produtividade assume grande importância, pois pode representar redução significativa de custos durante a implantação da cultura.

A conservação de gramíneas é um processo que merece grande atenção, devido aos entraves do processo. O azevém em especial, quando em estágio vegetativo, apresenta valor nutricional significativo, com alto teor de proteína e bom conteúdo de carboidratos solúveis. Portanto a adoção de técnicas efetivas, alternativas ao emurchecimento são importantes, principalmente pela maior flexibilidade com relação as limitações climáticas e aos fatores de qualidade da forrageira.

O emurchecimento demonstra efetividade na conservação do azevém, porém em situações de clima instável as perdas a campo podem ser significativas, tanto no acúmulo de massa, mas em especial devido a queda de qualidade relacionada ao avanço da idade das plantas. As possibilidades neste sentido se abrem para além do uso desta forrageira como “fonte de fibra”, mas para o uso consciente dos altos teores de proteína disponíveis em sua composição.

A escolha de materiais absorventes deve atender a fatores qualitativos, como melhora no perfil fermentativo e redução de perdas. Novas possibilidades devem ser encorajadas, como testes em diferentes estádios de crescimento do azevém, associações com outras forrageiras e produtos absorventes, tendo em vista recomendações quanto a máxima qualidade.