

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

**RENDIMENTO, VALOR NUTRITIVO E QUALIDADE
SENSORIAL DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO
ELABORADAS COM DIFERENTES CARGAS DE
COMPACTAÇÃO E FILMES PLÁSTICOS**

CARLOS EUGÊNIO FORTES TEIXEIRA

Orientador: Prof. Dr Renato Serena Fontaneli

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de produção vegetal.

Passo Fundo, julho 2016

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a tese

**"RENDIMENTO, VALOR NUTRITIVO E QUALIDADE SENSORIAL DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO
ELABORADAS COM DIFERENTES CARGAS DE COMPACTAÇÃO E FILMES PLÁSTICOS"**


Elaborada por

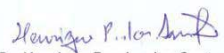
Carlos Eugênio Fortes Teixeira

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

Aprovada em: 01/09/2016
Pela Comissão Examinadora


Dr. Renato Serena Fontaneli
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador


Dr. Walter Boller
FAMV/UPF


Dr. Henrique Pereira dos Santos
EMBRAPA TRIGO


Dr. Roberto Serena Fontaneli
UERGS


Dr. Daniel Beck
IFSul


Dra. Eunice Oliveira Calveta
Coordenadora PPGAgro


Dr. Hélio Carlos Rocha
Diretor FAMV

CIP – Catalogação na Publicação

T266r Teixeira, Carlos Eugênio Fortes
Rendimento, valor nutritivo e qualidade sensorial de silagens de cereais de inverno elaboradas com diferentes cargas de compactação e filmes plásticos / Carlos Eugênio Fortes Teixeira. – 2016.
170 f. : il. ; 25 cm.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Renato Serena Fontaneli.

1. Silagem. 2. Cereais – Análise. 3. Nutrição animal. I. Fontaneli, Renato Serena, orientador. II. Título.

CDU: 633.1

Catalogação: Bibliotecária Marciéli de Oliveira - CRB 10/2113

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde, para que cumprisse mais esta tarefa.

Ao meu orientador o professor dr. Renato Serena Fontaneli, por ter me aceito como orientado e “embarcado” nesta tarefa difícil ao longo destes três anos: minha orientação.

Aos meus familiares, amigos e colegas de curso e de trabalho, que sempre me apoiaram ao longo desta jornada.

Aos servidores técnico-administrativos, colegas e estagiários do laboratório de práticas culturais da EMBRAPA TRIGO, pela imensa ajuda na condução e realização de todos os experimentos.

Aos técnicos-administrativos do CEPA-UPF, Júnior Ferro e Ricardo, pela disposição em me dar treinamento, para poder realizar as análises.

À EMBRAPA TRIGO, por ter oportunizado a realização dos meus estudos, em suas áreas experimentais.

Aos professores co orientador e colaborador: professores dr. Walter Boller e dr. Roberto Serena Fontaneli, pelas sugestões de leitura, para confecção do projeto e depois da tese.

A todos aqueles que de uma forma ou outra contribuíram para o cumprimento desta etapa.

Gostaria por fim que todos lessem e refletissem a respeito da mensagem que deixo nas próximas páginas.

*Dia desses, li um livro, que comparava a vida a uma viagem de trem.
Uma comparação extremamente interessante, quando bem interpretada.....
Interessante, porque nossa vida é como uma viagem de trem, cheia de embarques e desembarques, de pequenos acidentes pelo caminho, de surpresas agradáveis com alguns embarques e de tristezas com os desembarques...
Quando nascemos, ao embarcarmos nesse trem, encontramos duas pessoas que, acreditamos que farão conosco a viagem até o fim: nossos pais. Não é verdade. Infelizmente, em alguma estação, eles desembarcam, deixando-nos órfãos de seu carinho, proteção, amor e afeto.....
Mas isso não impede que, durante a viagem, embarquem pessoas interessantes que virão ser especiais para nós: nossos irmãos, amigos e amores.
Muitas pessoas tomam esse trem a passeio. Outras fazem a viagem experimentando somente tristezas. E no trem há, também, outras que passam de vagão em vagão, prontas para ajudar quem precisa. Muitos descem e deixam saudades eternas. Outros tantos viajam no trem de tal forma que, quando desocupam seus assentos, ninguém sequer percebe.
Curioso é considerar que alguns passageiros que nos são tão caros acomodam-se em vagões diferentes do nosso. Isso nos obriga a fazer essa viagem separados deles. Mas isso não nos impede de, com grande dificuldade, atravessarmos nosso vagão e chegarmos até eles. O difícil é aceitarmos que não podemos sentar ao seu lado, pois outra pessoa estará ocupando esse lugar.
Essa viagem é assim: cheia de atropelos, sonhos, fantasias, esperas, embarques e desembarques. Sabemos que esse trem jamais volta.
Façamos essa viagem da melhor maneira possível, tentando manter um bom relacionamento com todos, procurando em cada um o que tem de melhor, lembrando sempre que, em algum momento do trajeto poderão fraquejar, e, provavelmente, precisaremos entender isso. Nós mesmos fraquejamos algumas vezes.
E, certamente, alguém nos entenderá.
O grande mistério : é que não sabemos em qual parada desceremos. E fico pensando: quando eu descer desse trem sentirei saudades? Sim.*

Deixar meus filhos viajando sozinhos será muito triste. Separar-me dos amigos que nele fiz, do amor da minha vida, será para mim dolorido.

Mas me agarro na esperança de que, em algum momento, estarei na estação principal, e terei a emoção de vê-los chegar com sua bagagem, que não tinham quando embarcaram. E o que me deixará feliz é saber que, de alguma forma, eu colaborei para que essa bagagem tenha crescido e se tornado valiosa.

Agora, nesse momento, o trem diminui sua velocidade para que embarquem e desembarquem pessoas.

Minha expectativa aumenta, à medida que o trem vai diminuindo sua velocidade... Quem entrará? Quem sairá? Eu gostaria que você pensasse no desembarque do trem, não só como a representação da morte, mas, também, como o término de uma história, de algo que duas ou mais pessoas construíram e que, por um motivo ínfimo, deixaram desmoronar. Fico feliz em perceber que certas pessoas como nós, têm a capacidade de reconstruir para recomeçar.. Isso é sinal de garra e de luta, é saber viver, é tirar o melhor de "todos os passageiros".

Agradeço muito por você fazer parte da minha viagem, e por mais que nossos assentos não estejam lado a lado, com certeza, o vagão é o mesmo.

(adaptado de um texto de autor desconhecido)

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Aspectos econômicos e tecnológicos da produção leiteira.....	15
2.2 Características dos cereais de inverno.....	20
2.3 Processamento de forragens.....	22
2.4 Ensilagem.....	24
2.5 Fermentações.....	27
2.6 Pré-secados.....	30
2.7 Silagem de planta inteira.....	31
2.8 Máquinas utilizadas no processo de fenação, ensilagem e pré-secados.....	33
2.8.1 Máquinas para fenação.....	33
2.8.2 Máquinas para ensilagem.....	37
2.9 Filmes plásticos utilizados na silagem e pré-secados.....	42
2.10 Estruturas para armazenamento de silagens.....	47
 CAPÍTULO I - RENDIMENTO E VALOR NUTRITIVO DE BIOMASSA ENSILÁVEL DE CEREAIS DE INVERNO	 50
RESUMO	50
ABSTRACT	51
1 INTRODUÇÃO	51
2 MATERIAL E MÉTODOS	55
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4 CONCLUSÃO	70
 CAPÍTULO II - COMPACTAÇÃO, DENSIDADE, pH E ANÁLISE DO VALOR NUTRITIVO, PARA DUAS ALTURAS DE CORTE	 72
RESUMO	72
ABSTRACT	73
1 INTRODUÇÃO	74
2 MATERIAL E MÉTODOS	78

	Página
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
4 CONCLUSÃO	89
CAPÍTULO III - COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA, ESTABILIDADE AERÓBIA E ANÁLISE SENSORIAL DE SILAGEM EMURCHECIDA DE AVEIA PRETA COM DIFERENTES FILMES PLÁSTICOS.....	90
RESUMO.....	90
ABSTRACT.....	92
1 INTRODUÇÃO	93
2 MATERIAL E MÉTODOS	99
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	105
4 CONCLUSÕES	115
CAPÍTULO IV - EFEITO DE CARGAS DE COMPACTAÇÃO NA DENSIDADE, PH E PERDAS EM SILAGENS DE TRIGO.....	117
RESUMO.....	117
ABSTRACT.....	118
1 INTRODUÇÃO	119
2 MATERIAL E MÉTODOS	120
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	123
4 CONCLUSÕES	129
CAPÍTULO V - AVALIAÇÃO SENSORIAL DE SILAGEM DE CEREAIS DE INVERNO.....	130
RESUMO.....	130
ABSTRACT.....	131
1 INTRODUÇÃO	132
2 MATERIAL E MÉTODOS	136
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	137
4 CONCLUSÕES	139
CONSIDERAÇÕES FINAIS	147
Apêndice 1	149
Apêndice 2	150
Apêndice 3	151
REFERÊNCIAS	152

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Dados comparativos entre modelos de segadoras.....	34
2	Características técnicas de alguns tipos de enfardadoras.....	36
3	Consumo de silagens de milho e desempenho de vacas holandesas de alta produção, em lactação, com uso de diferentes vedações no silo	43
4	Algumas propriedades dos polietilenos: linear de baixa densidade (PELBD), de baixa densidade (PEBD) e de alta densidade (PEAD)	45

CAPÍTULO I

Tabela		Página
1	Dados climatológicos (precipitação e temperatura média) dos anos de 2015 e 2014, em Passo Fundo, RS.....	57
2	Altura de plantas de cereais de inverno, teor e rendimento de matéria seca e rendimento de forragem ensilável. Passo Fundo, RS, 2014.....	59
3	Altura de plantas, teor e rendimento de matéria seca e rendimento total de forragem ensilável (in natura) de cereais de inverno, rente ao solo. Passo Fundo, RS, 2015	60
4	Teor de proteína bruta (PB), digestibilidade da matéria seca (DMS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nas forragens ensiláveis de genótipos de cereais de inverno em diferentes alturas de resteva. Passo Fundo, RS, 2014	67
5	Teor de proteína bruta (PB), digestibilidade da matéria seca (DMS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nas forragens ensiláveis de genótipos de cereais de inverno em diferentes alturas de resteva. Passo Fundo, RS, 2015	68

CAPÍTULO II

Tabela		Página
1	Teor de massa seca (%MS), densidade (Kg.m ⁻³) e pH de silagens de cereais de inverno. Passo Fundo, RS, 2014	81
2	Valor relativo de forragem (%VRF), digestibilidade da matéria seca (%DMS), fibra em detergente neutro (%FDN), fibra em detergente ácido (%FDA), nas silagens de cereais de inverno (2014)	84
3	Dados de correlação Densidade (kg.m ⁻³) x %MS x pH das silagens (2014)	86
4	Teor de massa seca (%MS), densidade (kg.m ⁻³) e pH de silagens de cereais de inverno. Passo Fundo, RS, 2015	87
5	Valor relativo de forragem (%VRF), digestibilidade da matéria seca (%DMS), fibra em detergente neutro (%FDN), fibra em detergente ácido (%FDA), nas silagens de cereais de inverno (2015)	88
6	Dados de correlação Densidade (kgm-3) x % % MS x pH das silagens (2015)	88

CAPÍTULO III

Tabela		Página
1	Dados do processo para teste de Wilcoxon para estabilidade aeróbia em mini fardos de pré-secado de aveia preta BRS Centauro	107
2	Comparações de efeito para estabilidade aeróbia em mini fardos pré-secados de aveia preta BRS Centauro	111
3	Teores de proteína bruta (%PB), digestibilidade estimadas da matéria seca (%DMS), fibra em detergente ácido (%FDN) e fibra em detergente ácido (%FDA) de pré-secado de aveia preta BRS Centauro em mini fardos	115

CAPÍTULO IV

Tabela		Página
1	Relação Tensão (MPa) x densidade (kg.m^{-3}), perda de biomassa (%) e pH para trigo BRS Umbu	125
2	Relação Tensão (MPa) x densidade (kg.m^{-3}), perda de biomassa (%) e pH para trigo BRS Pastoreio	125

CAPÍTULO V

Tabela		Página
1	Comparações múltiplas para análise sensorial + valor de pH, nas silagens pré-secadas de aveia preta BRS Centauro (teste de Kruskal-Wallis).....	140
2	Comparações múltiplas pelo teste de Kruskal-Wallis para nota da avaliação sensorial na fermentação de silagem de trigo BRS Umbu	142
3	Comparações múltiplas pelo teste de Kruskal-Wallis para nota da avaliação sensorial na fermentação de silagem de trigo BRS Pastoreio	144

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Leite: Produção nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, histórica e estimada 2001-2023 em mil t.....	16
2	Padrão de crescimento das espécies forrageiras de estação fria e quente	19

CAPÍTULO III

Figura		Página
1	Resultados de densidade em carga de 10kN para mini fardos contendo pré-secado de aveia preta BRS Centauro	107
2	Resultados de estabilidade aeróbia (h) após abertura, em carga de 10kN para mini fardos, contendo pré-secado de aveia preta BRS Centauro	111
3	Efeito do tempo de estabilidade aeróbia (h) x tipologias de plástico.....	113

CAPÍTULO V

Figura		Página
1	Relação entre a nota da avaliação sensorial x efeito da carga (kN) na fermentação da silagem de trigo BRS Umbu.....	143
2	Relação entre a nota da avaliação sensorial x efeito da carga (kN) na fermentação da silagem trigo BRS Pastoreio	145

**RENDIMENTO, VALOR NUTRITIVO E QUALIDADE
SENSORIAL DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO
ELABORADAS COM DIFERENTES CARGAS E FILMES
PLÁSTICOS**

CARLOS EUGÊNIO FORTES TEIXEIRA¹

RESUMO – Os cereais de inverno são cultivados com o objetivo de produzir grãos, para a alimentação humana e animal, ou como forrageiras para formação de pastagens. Os objetivos deste estudo foram analisar as características produtivas e químico bromatológicas de cereais de inverno, “pré-secagem” ou emurhecimento, filmes plásticos utilizados em silagens, cargas de compactação e análise sensorial. Para a etapa de campo, o arranjo fatorial de tratamentos 5 x 2 (5 cultivares e 2 alturas de corte – baixo 7-10cm e alto 20cm da superfície do solo) e outro em área experimental de 0,5ha. Várias análises foram realizadas, destacam-se: rendimento, valor nutritivo, pH e estabilidade aeróbia. A aveia BRS Centauro foi o genótipo mais produtivo na forma de silagem em 2014 e o centeio BRS Serrano em 2015. Não há diferença entre os genótipos para a digestibilidade. Os resultados de densidade, para carga imposta, demonstraram valores bastante diversos. Nas comparações de efeito de estabilidade aeróbia para tipologias testadas, houve diferença apenas entre o PEBD (polietileno de baixa densidade) e o poliéster/vinil e este último

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, Área de concentração em Produção Vegetal.

demonstrou tempo superior. Há presença de ácido acético detectado por análise sensorial, colaborando para maior estabilidade aeróbia. Pelas comparações múltiplas para as tipologias de filme testadas nas silagens de aveia BRS Centauro, os resultados demonstram que os atributos sensoriais qualitativos avaliados sob nota, corresponderam aos atributos quantitativos (pH) avaliados.

Palavras-chave: altura de corte, características produtivas, avaliações químico-físicas.

**EFFICIENCY, NUTRITIONAL VALUE AND QUALITY
SENSORY SILAGES PREPARED WINTER CEREAL WITH
LOADS OF DIFFERENT COMPRESSION AND PLASTIC
FILMS**

ABSTRACT – Winter cereals are cultivated in order to produce grain for food and feed, or as fodder for cattle pasture. The objectives of this study were to analyze the production and chemical characteristics bromatological winter cereals, "pre-drying" or wilting, plastic films used in silages, compression loads and sensory analysis. For the field stage, the factorial arrangement of treatments 5 x 2 (5 cultivars and two cutting heights - low 7-10 cm, top 20 cm of soil surface) and the other in the experimental area of 0.5 ha. Several analyzes were carried out, it stands out: efficiency, nutritive value, pH and aerobic stability. The BRS Centauro oats is the most productive genotype in the form of silage in 2014 and BRS Serrano rye in 2015. There is no difference

between genotypes for digestibility. The results density to imposed load, showed very different values. In the aerobic stability effect comparisons for types tested, there was only difference between LDPE (low density polyethylene) and polyester / vinyl and the latter showed greater time. There is the presence of acetic acid detected by sensory analysis, contributing to greater aerobic stability. For multiple comparisons for film types tested in oat silages BRS Centauro, the results show that the qualitative sensory attributes evaluated by rating corresponded to the quantitative attributes (pH) evaluated.

Key words: cutting height, productive characteristics, chemical-physical assessments

1 INTRODUÇÃO

A resolução do problema de escassez de forragens num período crítico do ano, onde as forrageiras tropicais reduzem drasticamente o seu crescimento e o campo nativo pode apresentar déficit na oferta de pasto com bom valor nutritivo, direciona para o cultivo de plantas forrageiras que se adaptam às condições de temperatura baixa e fotoperíodo reduzidos, semeadas no final do período de verão ou ainda no outono e contribuindo para a diminuição da estacionalidade da produção no sul do país.

Culturas de inverno, colhidas como forragem verde, fenadas ou ensiladas durante o inverno, através de dois ou mais cortes, podem e devem ser uma alternativa viável. Há necessidade de um nível mínimo de chuvas ou do uso da irrigação para garantir crescimento satisfatório das mesmas. A produção forrageira de cereais de inverno é relativamente comum nos estados da região Sul, normalmente utilizando-se de plantas como a aveia e o azevém. Todas as culturas semeadas no período de inverno têm uma função primária de proteção do solo contra a ação da insolação, diminuição do impacto da chuva e diferentes causas de erosão e degradação. Em qualquer sistema de produção agrícola com rotação de culturas ou de integração lavoura-pecuária, são premissas de sustentabilidade.

Cereais de inverno, como aveia, cevada, centeio, trigo e triticale, além de produzirem grãos utilizados na alimentação humana, podem servir de alimento para aves, bovinos de corte, suínos, ovinos e, principalmente, vacas leiteiras. Além disso, os grãos dos cereais de inverno podem entrar na substituição de milho na formulação de

rações balanceadas para pequenos e grandes animais. Pode ser destacado a característica de fornecerem maior concentração de proteína do que milho. Outra vantagem é que podem ser colhidos na primavera, época de maior escassez de milho. O objetivo geral é estudar diferentes características físicas e químicas de cereais de inverno submetidos a silagem. Como objetivos específicos cita-se: avaliação sensorial, rendimento, valor nutritivo de cereais de inverno elaboradas com diferentes cargas de compactação e filmes plásticos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS ECONÔMICOS E TECNOLÓGICOS DA PRODUÇÃO LEITEIRA

Em 2050, o planeta terá aproximadamente 9 bilhões de pessoas. Países em desenvolvimento serão importantes no desenvolvimento global (PEREIRA et al., 2014). O aumento na demanda por alimentos irá exigir novos conceitos de produção agropecuária, à luz da crescente procura por sistemas sustentáveis, apregoados por uma sociedade moderna (PEREIRA et al., 2014). Estes relatam ainda que, em países em desenvolvimento, o consumo por lácteos crescerá 216%, segundo estimativas da FAO, entre 2010 a 2050. Enquanto que, no mundo, este valor para o mesmo período poderá chegar a 158%.

A região noroeste do Rio Grande do Sul, por exemplo, apresenta características distintas nas unidades de produção familiares, nos aspectos sociais e econômicos da atividade produtiva leiteira. Isto faz com que possua diferentes tipos de sistemas de produção. Os agricultores, em função de suas condições e recursos, possuem cenários diferentes na atividade de produção leiteira regional. Neste cenário elencam-se duas tendências: (a) a priorização da produção de silagem, pelos produtores que possuem menor área; e, (b) a maior utilização de concentrado na dieta dos animais por parte dos produtores que possuem maior área útil. Ao analisar comparativamente, entende-se melhor o funcionamento de cada tipo.

E assim pode-se aprimorar os processos produtivos de cada um destes (JANTSCH et al., 2011).

A produção de leite está espacialmente distribuída por todo o território nacional e existe uma discrepância marcante no processo produtivo. Existem, também, as bacias leiteiras tradicionais e consolidadas, situadas principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo e Paraná. Entre a década de 1990 e o ano de 2004, existiu uma “movimentação” nesta distribuição espacial. O rebanho bovino leiteiro acabou se deslocando na direção da região norte do país (HOTT & CARVALHO, 2007).

O Brasil aumentou a sua produção de leite de vaca a um ritmo de 3,2% a.a. no período 2009-2013. Para os próximos dez anos (média entre 2011-13 e 2023), a taxa média anual estimada de aumento da produção é de 1,5% a.a. Na Figura 1, encontra-se a produção histórica e estimada até 2023 em mil.t (milhões de toneladas) (CONAB, 2014).

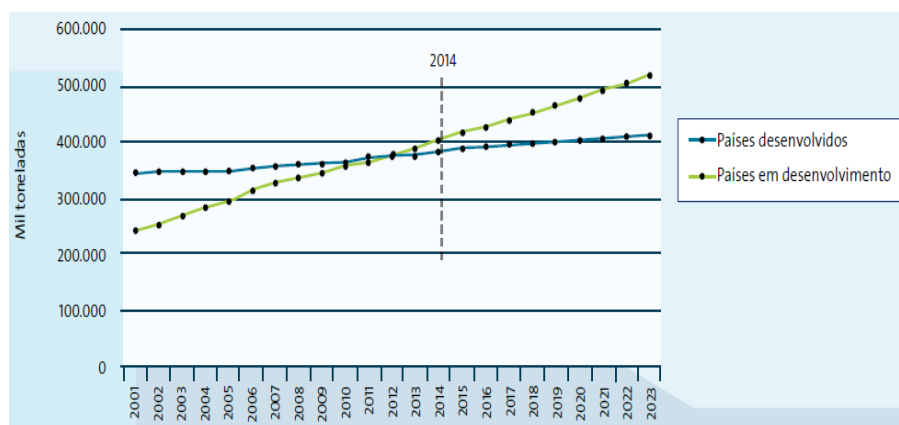


Figura 1 – Leite: Produção nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, histórica e estimada 2001-2023 em mil t.

Fonte: CONAB (2014).

A atividade leiteira brasileira tem demonstrado que os estados do Sudeste e o do Sul se destacam. As regiões participaram com 61,8% dos 32 bilhões produzidos em 2011. Ainda no ano de 2011, entre os estados, Minas Gerais representou 27,2% do total produzido, seguido pelo Rio Grande do Sul com 12,0%, Paraná com 11,8% e Goiás com 10,8% (IBGE, 2013).

O maior rebanho leiteiro do mundo situa-se na Índia (38.500.000 cabeças); o Brasil encontra-se em segundo lugar com 21.198.000 cabeças. Apesar disso, os índices de produtividade não colaboram ao nosso favor: uma vaca brasileira produz, em média, um pouco mais de 4 litros de leite/dia; isto corresponde a 7,5 vezes menos que nos EUA e representa apenas 20% quando comparado a uma vaca francesa (ALVES et al., 2010).

No Brasil, valores superiores a 60% das áreas são cultivadas com pastagens de gramíneas. E estas possuem, ao longo do ano, variações nos aspectos quantitativos e qualitativos. Isto origina limitações nutricionais sazonais que virão a comprometer o consumo e desempenho animal (REIS et al., 2015).

A variação na produção de biomassa, num país continental e tropical como o Brasil, está relacionada a fatores ambientais como a radiação solar, a temperatura, a disponibilidade hídrica e à fatores relacionados à fertilidade dos solos. O menor comprimento do dia, ou seja, menor fotoperíodo, ocasiona redução na quantidade de metabólitos provenientes do processo fotossintético. A diminuição da radiação solar determina redução do CO₂ para a formação de carboidratos, os quais serão usados na síntese de tecidos vegetais (VAN SOEST, 1994). Reis et al. (2015) relatam que em condições

nutricionais satisfatórias, de temperatura elevada e baixo conteúdo de umidade do solo, acarreta o alongamento do colmo nas pastagens tropicais, refletindo nos aspectos qualitativos das plantas.

Nos cereais de inverno, o trigo é o mais importante em termos de consumo e volume de produção no Brasil. A área de produção é de 2,5 milhões de hectares e o Paraná é o principal produtor do país. Para a aveia, o Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional com participação de 79,0%. Na cevada, a produção esperada no Paraná é de 316,1 mil toneladas em 2015, sendo o maior estado produtor, com participação de 66,3% no cenário nacional (IBGE, 2015).

Cereais de inverno de duplo propósito (forragem e grão), como trigo, aveia, centeio e cevada, tornam-se opção para minimizar a ociosidade de terras durante o inverno e ofertar forragem com elevado valor nutritivo na época de maior escassez. A aveia é um exemplo bem significativo: cultivada no outono/inverno para a produção de grãos e forragem, é uma das alternativas para suprir as deficiências de pastagens nativas ou cultivadas tropicais que apresentam valor nutritivo baixo no fim do verão (FONTANELI & FONTANELI, 2012a).

O melhoramento genético de forrageiras visa desenvolver novas informações a respeito do valor nutritivo, da produtividade e da adaptabilidade dessas espécies. O trigo de duplo propósito (forragem e grãos), que é utilizado no sistema integrado de produção agropecuária brasileira, comumente referido como integração lavoura-pecuária (ILP), tem se destacado com significativa importância. Outros cereais de inverno, como a aveia e cevada, também entram neste cenário,

contribuindo para o sistema de plantio direto e diminuindo os efeitos sazonais na alimentação animal (SANTOS et al., 2015).

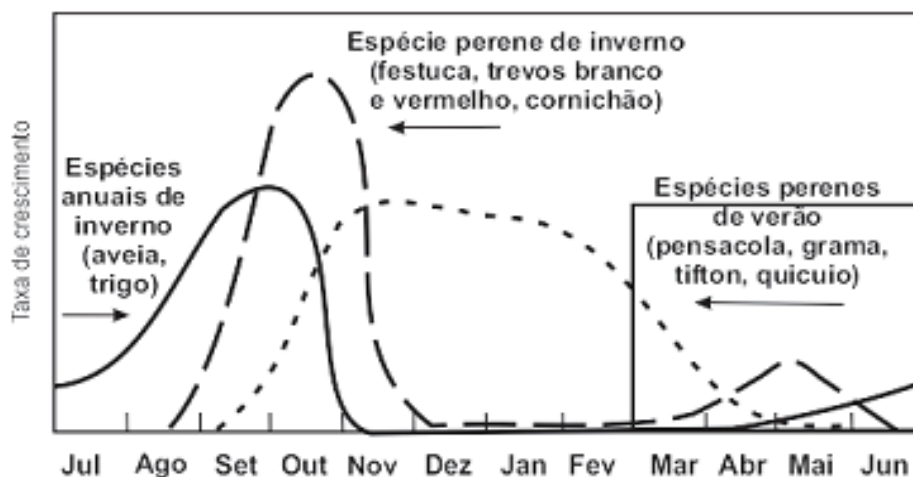


Figura 2 – Padrão de crescimento das espécies forrageiras de estação fria e quente.

Fonte: Fontaneli & Fontaneli (2012a), adaptado de Nelson & Moore (1994).

A silagem de milho entra como principal volumoso da dieta animal, sendo muito utilizada em sistemas intensivos de produção de carne e, principalmente, de leite. Dados de 2013 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) revelaram que a produção de silagem é realizada em cerca de 2,25 milhões de hectares, representando aproximadamente 15% da área total cultivada de milho no país. Em Santa Catarina, valores superiores a 60% de lavouras de milho possuem como destino a ensilagem. A produção de leite é o principal indicador para o mercado de milho destinado à silagem no país. As regiões Sul e Sudeste do Brasil são as de maior produção de leite, também é onde se encontram as maiores áreas de produção de silagem. Existe uma concentração de bacias

leiteiras na direção oeste dos estados do sul. O reduzido tamanho das propriedades leva a necessidade de diversificar a produção agrícola. Para produzir mais forragem e silagem de milho, o produtor precisa ser mais eficiente numa mesma área disponível. Sendo assim, a precocidade do híbrido de milho é um dos principais fatores a serem considerados na prática (PEREIRA, 2013).

2.2 CARACTERÍSTICAS DOS CEREAIS DE INVERNO

Os cereais de inverno normalmente são cultivados com o objetivo de produzir grãos, para a alimentação humana e animal, ou como forrageiras para formação de pastagens. Entre as espécies, destaca-se o trigo (*Triticum aestivum* L.), que é das mais cultivadas. A importância dos cereais de inverno no cenário brasileiro faz com que os programas de melhoramento busquem desenvolver novos cultivares, que apresentem características superiores de produtividade e qualidade de grãos, tolerância a fatores bióticos (ataque de pragas ou doenças) e abióticos (déficit hídrico, temperatura, etc.), adaptabilidade (clima e solos) e estabilidade da produção.

Usada no sistema de ILP, integração lavoura-pecuária para produção de grãos, o melhoramento genético da aveia-branca (*Avena sativa* L.) procura selecionar caracteres morfológicos para tolerância ao estresse hídrico, fator este considerado o de maior importância a nível global, por afetar o rendimento desta cultura (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

A aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) é uma gramínea de inverno, rústica, menos exigente em fertilidade de solo, tolerante à

acidez, que fornece excelente cobertura do solo por produzir alta quantidade de matéria seca (MS), apresentando boa resposta à adubação nitrogenada e fosfatada, através do aumento na produção de biomassa (RIQUETTI et al., 2012; DICKMANN, 2015). Em relação ao centeio (*Secale cereale* L.), alguns autores descrevem que depois do trigo é o cereal mais utilizado no mundo para panificação. É uma cultura que requer poucos tratamentos químicos (fertilizantes, pesticidas, herbicidas) e isto a torna com grandes possibilidades de utilização na alimentação humana e animal. É resistente ao frio, se desenvolvendo bem em solos de baixa fertilidade. A farinha de centeio (obtida dos grãos), possui altos teores de fibra alimentar solúvel: as pentosanas. A qualidade nutricional das pentosanas se relaciona com diferentes efeitos fisiológicos, elencados a seguir: diminuição nos níveis de colesterol do sangue; diminuição na absorção de triglicerídeos; redução na glicemia; etc. (KAMINSKI et al., 2011).

O triticale (*X Triticosecale* Wittmack) é o primeiro cereal sintético produzido pelo homem. Do trigo herdou o elevado rendimento de grãos, a estatura reduzida de planta e características de panificação; e do centeio as características de rusticidade, resistência ao frio e a moléstias (EMBRAPA, 2013). Nos estados do sul do país, torna-se uma opção nas regiões de cultivo de trigo. É utilizado pelos agricultores como opção de cultura de inverno, ajudando a manter o solo coberto durante o ano todo, reduzindo a erosão em áreas cultivadas somente com cultivos de verão (FONTANELI et al., 2012).

A cevada é classificada de acordo com o uso a que se destina em cervejeira ou forrageira. Cevadas forrageiras possuem

como características boa produção de massa verde e os seus grãos apresentam maior percentagem de proteína. Isto as torna adequadas para alimentação de animais (FONTANELI et al., 2012).

O trigo é uma gramínea anual de inverno. A maior parte das cultivares de trigo desenvolvidas e semeadas para produção de grãos, a nível mundial, são sugeridas e apropriadas ao fabrico de farinha. Outra característica vinculada a certas cultivares de trigo é o duplo propósito: produzir forragem e grãos para alimentação animal. A forragem pode ser pastejada por determinado período, de maio a início de agosto, devido a aspectos edafoclimáticos, pode ser realizado em Passo Fundo-RS. E do rebrote pode ser produzido grãos (FONTANELI et al., 2012).

2.3 PROCESSAMENTO DE FORRAGENS

O processamento de forragens começa logo após o corte da planta. A próxima etapa será o recolhimento do material e sua destinação ao processamento desejado. Entende-se como processamento desejado, as modificações físicas que se dará à planta forrageira para que a mesma possa ser posteriormente conservada e utilizada como fonte nutricional dos principais animais de exploração agrícola (bovinos, suínos, ovino-caprinos e equinos), nas diferentes formas de feno, silagem, pré-secado ou feno-silagem.

A trituração ou redução do tamanho do material vegetal é elemento chave no processamento. O tamanho adequado de fragmentação permite que ao alimentar o animal, este possa, durante as fases da digestão, extrair os nutrientes necessários a sua manutenção e

também realizar a conversão metabólica para produção agropecuária final esperada para a espécie, como trabalho mecânico e produção de carne, leite ou ovos. A massa verde picada em partículas de tamanho uniforme permitirá melhor qualidade da silagem, devido a menores perdas por efluentes e por facilitar a digestibilidade do alimento pelo animal. No estudo de silagem de milho (*Zea mays* L.), o tamanho de partículas de silagem após processamento deve ficar entre 2 e 6mm, por determinar menores perdas físicas e nutricionais na desensilagem. Sendo que as partículas muito pequenas não serão aproveitadas pelos ruminantes e a concentração de partículas grandes (acima de 20mm) facilitará perdas físicas durante a desensilagem e a alimentação animal (NEUMANN et al., 2007a).

A uniformidade das partículas, oriundas do corte e da trituração das forrageiras, é o primeiro passo para a obtenção da chamada qualidade da forragem. Essa expressão é utilizada quando se remete ao valor nutritivo, ao resultado do processamento uniforme das forrageiras e ao correto armazenamento (ensilagem), culminando com desempenho animal satisfatório (JOBIM et al., 2007). Na ensilagem de cereais de inverno, as plantas devem ser ensiladas com teor de umidade entre 65 e 70%, picadas no tamanho de 1,0 a 3,0cm, e a massa vegetal deve ser bem compactada e vedada, resultando numa silagem bem fermentada e de boa qualidade (FONTANELI & FONTANELI, 2012b).

O efeito de comprimento de corte, ingestão diária de matéria seca e produção diária de vacas leiteiras, foi demonstrado na Inglaterra. Percebe-se a diminuição na ingestão de matéria seca e a diminuição da produção à medida que se aumenta o comprimento de

corte de 9,4 mm para 72 mm. Na Austrália e no Canadá, perceberam que não é só o tamanho do corte que influencia a produção diária, mas sim o conjunto – nível de concentrado oferecido e tamanho do corte. Cortes mais curtos (5 mm e 35% de concentrado) resultam em produção diária superior a 22 kg.dia⁻¹ de leite e para o mesmo nível de concentrado oferecido, mas com partículas de 100 mm de comprimento, o resultado foi em torno de 21 kg.dia⁻¹ de leite. Neste mesmo estudo, a ingestão de matéria seca foi de 19 a 21% (KAISER et al., 2004).

Os estudos de redução e padronização do tamanho de partículas no processo de conservação de silagem de forrageiras, de forma geral, concentram-se em três pontos importantes: melhoria qualitativa da fermentação da silagem, melhor compactação física no processo de ensilagem e maior rendimento animal. O exagero na redução do tamanho de partículas pode tornar o rendimento animal ineficiente devido a perdas por efluentes e aproveitamento animal insatisfatório (SCHLOSSER et al., 2010).

2.4 ENSILAGEM

O processo de conservação de forragens úmidas, por meio da fermentação em condições anaeróbias, em silo, é denominado de ensilagem e seu produto é denominado de silagem. No processo de ensilagem, para a obtenção de fermentação satisfatória, primeiramente é necessária a anaerobiose dentro do silo, resultante da efetiva homogeneidade do material picado, facilitando a compactação e, conseqüentemente, promovendo a expulsão do ar contido entre os

poros do material vegetal. Altas densidades promovem a eliminação do oxigênio e garantem condições de anaerobiose, além de reduzir o custo de estocagem da forragem, haja vista a amortização da estrutura e a redução das perdas por deterioração (AMARAL et al., 2007).

Entre os fatores que interferem na densidade da forragem ensilada, destacam-se o peso e a pressão de compactação, o tempo de compactação, a espessura da camada de forragem adicionada ao silo, à taxa de enchimento do silo, o teor de MS e o tamanho de partícula do material (AMARAL et al., 2007).

A fermentação promove reações químicas, aparecem novos produtos que podem ser convertidos em outras substâncias e que na fase de digestão poderão melhorar o desempenho produtivo animal. Parte da biomassa é perdida pelo aquecimento. Os substratos são degradados a compostos mais simples ou são metabolizados pelos micro-organismos e transformados em novos produtos (acetato, butirato e lactato) (FONTANELI & FONTANELI, 2012b).

A silagem resultante deste processo possui maior concentração energética ao ser comparada a forragem que lhe deu origem. Diversos autores alegam que o uso de aditivos na ensilagem tem por finalidade a redução nas perdas de matéria seca. Para Fontaneli & Fontaneli (2012b), no processo de ensilagem, vários fatores podem interferir na obtenção e qualidade da silagem. Por ser um processo fermentativo, nem todas as variáveis podem ser controladas, obtendo-se um produto de qualidade variável. O uso de volumosos de cereais de inverno pode ser utilizado na formulação de rações para o gado leiteiro. Muitas dessas forragens podem substituir

parcial ou totalmente outras, nas rações, sem prejuízo no desempenho dos animais e com menor custo.

A redução no tamanho da partícula pode promover redução na fermentação butírica, proporcionar maior compactação e queda mais rápida do pH do material ensilado, além de menores perdas na desensilagem. Salienta-se que em silagens sem emurchecimento, a redução do tamanho da partícula promove maiores perdas por efluentes, devido ao rompimento da parede celular e consequente perda do conteúdo celular (SANTOS et al., 2010).

Avanços na tecnologia de ensilagem, incluindo colheitadeiras de precisão, melhores silos, uso lonas de polietileno com melhores propriedades de barreira, descarregadores de silo e a introdução de rações completas, fizeram da silagem o principal método de conservação de forragem (BOLSEN et al., 1996).

A maior densidade de silagem de milho aumenta a possibilidade de fermentação anaeróbia ao longo do silo. A silagem densamente compactada e selada corretamente, são os principais contribuintes para a ensilagem de milho, permitindo a fermentação anaeróbia. Silagem instável aerobicamente é prejudicial para o milho, reduzindo a quantidade de nutrientes benéficos e aumentando a quantidade de toxinas que podem potencialmente ser espalhadas por toda a pilha. A instabilidade aeróbia da silagem desenvolve compostos com efeitos nocivos sobre vacas, o que afeta diretamente a saúde do animal e consumo de matéria seca (CMS) e indiretamente diminui a produção de leite (BAXLEY, 2013).

A temperatura e o tempo de picagem não afetam significativamente a qualidade da silagem produzida, mas o período

de fermentação deve ser considerado como um parâmetro crucial. Recomenda-se investigações mais aprofundadas sobre o período de fermentação, para diferentes tipos de forragem. Os efeitos de aditivos, sobre a conclusão do processo de fermentação também devem ser investigados, a fim de poupar tempo, custos e otimizar o conteúdo de nutrientes na silagem (MOHD-SETAPAR et al., 2012).

Maiores pressões de compactação tendem a uma maior preservação dos teores de MS nas silagens. Os valores de pH das silagens mais bem compactadas, tendem a ser mais baixos em comparação aos daquelas com menor compactação, indicando que a maior densidade promove melhor ambiente, para as bactérias redutoras de ácido láctico. Conforme Pereira & Reis (2001), o ideal para o processo de ensilagem é que a forragem apresente teores de MS entre 35 e 45%, sendo que teores entre 40 a 45% a forragem deva ser picada em partículas ainda menores. A fim de se conseguir melhor compactação.

2.5 FERMENTAÇÕES

As fermentações que podem ocorrer na ensilagem resumem-se a dois tipos, as homoláticas que “quebram” a glicose e as fermentações heteroláticas “quebram” as moléculas de glicose ou frutose. Na fermentação heterolática, a fragmentação das moléculas origina não só ácido láctico, mas outros subprodutos, como ácido acético, etanol e gás carbônico. A rota bioquímica das fermentações homoláticas e heteroláticas vai depender do tipo de colonização microbiana e sua população, embora o grupo das bactérias ácido-

láticas (BAL) não tenha seus limites bem definidos. Todos os membros desse grupo apresentam a mesma característica: produzir ácido lático a partir de hexoses. Por serem organismos fermentadores, faltam neles sistemas hemeligados funcionais de transporte de elétrons ou de citocromos, além do que obtém sua energia a partir da fosforilação de substratos durante a oxidação de carboidratos. Tais micro-organismos não apresentam o ciclo de Krebs. O gênero de bactérias encontradas em silagens é bastante diverso (WOOLFORD, 1984; MACDONALD et al., 1991; LIMA, 2015). A fermentação em um silo pode ser um processo descontrolado levando a uma menor preservação dos nutrientes.

Apesar de a fermentação heterolática determinar maior perda de MS (produção de CO₂) durante o armazenamento, o ácido acético oriundo deste tipo de fermentação contribui para aumentar a estabilidade aeróbica da silagem (menor perda após abertura do silo) (LIMA, 2015).

O processo de ensilagem pode ser dividido em quatro fases. A primeira fase é caracterizada pela presença de oxigênio após a forragem ser cortada e compactada no silo. A respiração da planta continua durante várias horas (e talvez dias, se a silagem é mal elaborada). Durante esta fase, o excesso de oxigênio pode conduzir a degradação de proteínas, causar aquecimento excessivo e o crescimento de bolores e leveduras que são indesejáveis. O oxigênio pode ser eliminado por compactação rápida e até mesmo com a distribuição de forragem na estrutura de armazenamento, cortada a um comprimento correto e ensilada com teores de matéria seca (MS) recomendadas para estruturas de armazenamento específicas. O

oxigênio deve ser eliminado antes da fermentação. Sob condições anaeróbicas (falta de oxigênio), a segunda fase de fermentação da silagem é dominada por atividade microbiana. A fermentação é controlada principalmente por: a) tipo de micro-organismos que dominam a fermentação; b) substrato disponível (carboidratos solúveis) para o crescimento microbiano; e, c) o conteúdo de umidade na colheita. Durante esta fase, é produzido bactérias ácido lácticas (BAL) que utilizam carboidratos solúveis em água para produzir ácido láctico. O meio ácido é o principal responsável pela diminuição do pH na silagem. Fermentações indesejáveis de micro-organismos, como enterobactérias e *Clostridium* podem dominar se o pH não cair rapidamente. Forragem murcha, acima de 30-35% MS (matéria seca) antes da ensilagem, pode eliminar os clostrídios. A falta de oxigênio impede o crescimento de leveduras e bolores e o pH baixo impede o crescimento da maioria das bactérias, durante a terceira fase da ensilagem. A silagem pode ser mantida por períodos prolongados de tempo, se essas condições prevalecerem. A última e quarta fase da ensilagem se dá durante a alimentação e exposição ao ar. A boa silagem permanecerá estável e não sofrerá alteração da composição ou aquecimento. Silos bem vedados e remoção de silagem suficiente, durante a fase de oferecimento aos animais, podem evitar a deterioração aeróbia (KUNG JR., 2015).

Os carboidratos solúveis em água (CSA), a concentração de bactérias ácido lácticas (BAL) e a composição das forrageiras, são fatores importantes para realizar uma silagem boa. Ensilagem de forrageiras tropicais podem ser difíceis de se fazer, devido à sua

concentração baixa de CSA (ZHANG et al., 2011.; MAQSOOD et al., 2012.; ATIS et al., 2012).

2.6 PRÉ-SECADOS

A ensilagem de plantas forrageiras, que apresentam matéria seca (MS) inferior a 21%, baixos níveis de carboidratos solúveis no material vegetal verde e baixa relação entre carboidratos e poder tampão, leva ao risco de fermentações secundárias serem maiores, tornando imprescindível o uso de recursos que modifiquem esta situação (MACDONALD et al., 1991).

A remoção parcial de água da planta, através do emurhecimento ou pré-secagem, proporciona condições ideais para o crescimento de bactérias lácticas. As forrageiras mais utilizadas para produção de silagem pré-secada ou emurhecida, em clima temperado, são as gramíneas, aveia, azevém, triticales e cevada (PEREIRA & REIS, 2001).

O valor nutritivo das plantas forrageiras diminui com a maturidade. À medida que a planta cresce, a produção de matéria seca por unidade de área aumenta. Com o crescimento, ocorrem alterações, que resultam na elevação dos teores de compostos estruturais, tais como a celulose, hemicelulose e a lignina e, paralelamente, diminuição do conteúdo celular (VAN SOEST, 1994).

Os efeitos da pré-secagem sobre o teor de carboidratos solúveis e do poder tampão variam de acordo com a espécie forrageira e o teor de umidade inicial. O pH crítico, abaixo do qual o crescimento das bactérias do gênero *Clostridium* é inibido, varia

diretamente com o teor de umidade do material a ser ensilado. Materiais mais úmidos, altos teores de carboidratos solúveis e baixo poder tampão dificultam o abaixamento do pH, podendo originar fermentações indesejáveis (MACDONALD et al., 1991).

Quando a forragem seca no campo, o topo da leira desidrata primeiro que a base. A manipulação da leira pode acelerar e uniformizar a secagem através do revolvimento da forragem mais úmida, colocando-a na camada superior onde ocorre a secagem mais rápida e, também, pelo espalhamento, aumentando a superfície de contato (PEREIRA & REIS, 2001). O processo eficiente de fenação depende da redução dos teores de umidade, nas forrageiras tropicais, de 80% para valores abaixo de 20%, permitindo, assim, que se realize uma armazenagem segura (CALIXTO JUNIOR et al., 2012).

A operação de pré-secagem permite a ensilagem de forrageiras em estágio de desenvolvimento mais tenro. Estes estágios correspondem a fases em que a planta ainda não entrou no período reprodutivo, a qual caracteriza maior valor nutricional, mas nível inferior de matéria seca (FONTANELI et al., 2009).

2.7 SILAGEM DE PLANTA INTEIRA

O milho é considerado a planta forrageira ideal para ensilagem. Apresenta alto potencial de produção de massa (12 a 18t MS/ha), teores de matéria seca (entre 28 e 42%) e açúcares solúveis adequados à fermentação, além do baixo poder tampão. Entretanto, a grande variação na composição nutricional do milho leva à necessidade de escolha criteriosa do material genético a ser

empregado para silagem. A colheita do milho no ponto de grão leitoso é prejudicial ao processo de ensilagem. O excesso de umidade favorece a fermentação butírica, com perdas de matéria seca e de qualidade da silagem. Causando redução no consumo e no desempenho dos animais. A importância da produção destes ácidos está ligada ao abaixamento do pH, o que propiciará a conservação da silagem, pois com pH baixo, em torno de 4,0 a multiplicação de micro-organismos do gênero *Clostridium*, causadores da deterioração do material, é inibida. A fermentação butírica demora a abaixar o pH, pois o produto desta fermentação é o ácido butírico, um ácido fraco, e que por isto demora a baixar o pH da massa, causando a extensão do processo fermentativo. Este prolongamento da fermentação causa diminuição na qualidade do produto final (NEUMANN et al., 2007b).

A alta concentração de nutrientes e carboidratos solúveis residuais do processo fermentativo, em silagens de milho, leva a apresentar baixa estabilidade após abertura dos silos, pois os micro-organismos oportunistas e indesejáveis utilizam estes substratos para se desenvolver (TAYLOR et al., 2002). Esses eventos ocorrem, principalmente, em silagens resultantes de fermentação desejável, cuja marca é a elevada concentração de lactato (MUCK, 2010).

A silagem de cereais de inverno pode ser elaborada colhendo-se diretamente a planta inteira, nos estádios de grão pastoso a massa firme ou até antes, mas necessita de pre-murchamento (colhida no estágio de alongamento) (FONTANELI et al., 2012b).

O valor nutritivo da silagem dos cereais de inverno tem demonstrado valores superiores em proteína bruta do que da silagem

de milho, mas o valor energético das primeiras é inferior (SCHEFFER-BASSO et al., 2003).

2.8 MÁQUINAS UTILIZADAS NO PROCESSO DE FENAÇÃO, ENSILAGEM E PRÉ-SECADOS

2.8.1 Máquinas para fenação

Em propriedades que dispõem de mecanização intensiva, a fenação pode ser manual-mecânica ou até totalmente mecanizada. As segadoras são máquinas agrícolas, utilizadas para o corte da forragem, que se destinará para fenação ou ensilagem. Sua classificação se baseia no tipo de ferramenta ativa, ou seja, na parte da máquina que promove o cisalhamento dos caules ou talos das plantas. Segundo Boller (2012), as segadoras de barras utilizam navalhas alternativas e dedos, semelhantes às barras de corte de colhedoras de grãos. Já o segundo tipo é denominado de segadoras rotativas. Estas promovem o corte através de lâminas montadas na superfície de um disco ou tambor giratório. A navalha alternativa das segadoras de barra é acionada pela tomada de potência (tdp) do trator. As regulagens para este tipo de segadora residem: altura de corte, que pode ser ajustada na sapata externa, dependendo do modelo; o avanço da barra de corte (relação da distância das facas em relação às contra-facas), que depende do material a ser cortado: caules mais grossos demandam um avanço maior; e, o ajuste da inclinação da barra de corte, que é ajustada no engate do terceiro ponto do trator: ao aumentar o comprimento da luva telescópica, aumenta-se a inclinação da barra e

consequentemente a altura de corte. As larguras de corte dos equipamentos comerciais, no Brasil, situam-se entre 0,5 até 2 m de largura (FERREIRA et al. 2003; BOLLER, 2012). A Tabela 1 resume os dados comparativos entre os dois sistemas de corte.

Tabela 1 - Dados comparativos entre modelos de segadoras

Característica	Barra de corte		Rotativas	
	Navalha simples	Navalha dupla	Eixo vertical	Eixo horizontal
Velocidade da ferramenta cortante	675-950 ciclos.min ⁻¹	675-800 ciclos.min ⁻¹	1500-3500 rpm	1500-3500 rpm
Velocidade avanço (km.h ⁻¹)	4-7	6-12	10-16	8-10
Capacidade de trabalho (ha.h ⁻¹)	0,3-1	0,4-2	1-2	0,8-1,6
Potência de acionamento (kW)	4-10	3-6	20-32	25-38

Fonte: Adaptado de Ortiz-Cañavate (1984).

As segadoras condicionadoras são máquinas que podem acelerar o processo de desidratação das plantas forrageiras ao amassar o vegetal. Plantas, ao serem esmagadas pelos rolos condicionadores, aumentam a sua superfície de exposição à atmosfera, diminuindo o tempo necessário para que se reduza a umidade de 70 a 80% quando da colheita até aos 16-20 %, que é a umidade adequada para enfardar a forragem (BARROS & CALADO, 2012).

As máquinas utilizadas para a confecção dos fardos são denominadas enfardadoras (BOLLER, 2012). As prensas enfardadoras trabalham com movimentos alternativos, para compressão e confecção dos fardos. Já as enfardadoras de fardos redondos apresentam movimentos rotativos do material dentro da câmara.

As enfardadoras cilíndricas não possuem êmbolo ou cilindro, que ficam golpeando, ao compactar, a biomassa vegetal, que está acumulada em uma pré-câmara. A compactação nas enfardadoras cilíndricas pode ser realizada de duas formas. Nas enfardadoras que possuem a câmara fixa, o tamanho dos fardos não pode ser alterado. Este sistema é constituído de vários roletes metálicos por onde a biomassa vai sendo compactada. O sistema de câmara fixa promove uma menor densidade no centro do fardo, pois o mesmo só começa a ser compactado quando a câmara encontra-se cheia de material. Nas enfardadoras de câmara variável ocorre a possibilidade de se alterar o tamanho dos fardos. Na câmara, a compressão se inicia e é realizada por roletes metálicos existentes na base. Continuando por correias emborrachadas que, a partir do sistema hidráulico-mecânico, podem ser ajustadas, aumentando o diâmetro até o tamanho do fardo desejado (GUERRA et al., 2014). Na Tabela 2 estão sumariados alguns dados técnicos destes tipos de equipamentos.

Tabela 2 - Características técnicas de alguns tipos de enfardadoras

Característica	Prensa enfardadora			Enfardadora de fardos redondos
	Baixa pressão	Média pressão	Alta pressão	
Densidade do fardo (kg.m ⁻³)	50-75	75-120	100-200	130-160(feno) 85-100(palha)
Velocidade (km.h ⁻¹)	4-8	2-7	2-7	4-7
Capacidade de trabalho (ha.h ⁻¹)	1-2	1,5-2	1,5-2	2-3
Produção média (t.h ⁻¹)	3-6	4-6	6-9	4-12
Peso do fardo (kg)	6-10	10-20	20-40	400-700(feno) 250-450(palha)
Potência TDP (kW)	20-25	25-35	35-40	35-45

Fonte: Adaptado Ortiz-Cañavate (1984).

Apesar de possibilitarem diversas regulagens, tanto às enfardadoras de câmara fixa e as de câmara variável, por exemplo, a pressão de enfardamento é variável. A densidade final do fardo irá depender do conteúdo de massa seca do material, tamanho do corte das plantas, velocidade de deslocamento e taxa de alimentação da máquina (ORTIZ-CAÑAVATE, 1984).

No uso de filme plástico, resultados tem demonstrando que o filme envolvendo os fardos pode contribuir para o aumento da anaerobiose, melhorando assim as condições do fardo ao longo do

período de conservação e evitando o crescimento indesejável de fungos na superfície (BISAGLIA et al., 2011).

2.8.2 Máquinas para ensilagem

O processo da ensilagem utiliza forragem proveniente do campo, onde os teores de matéria seca situam-se na faixa de 30 a 35% (MS). Dependendo das condições de desidratação, a compactação no interior de silos pode alcançar aproximadamente 650 kg.m^{-3} . A eficiência deste processo fermentativo vai depender de vários fatores: grau de picagem ou fragmentação das plantas, da expulsão do ar (retirada de oxigênio) do interior do silo, da vedação, dos teores de carboidratos e matéria seca e do poder tampão das plantas que serão ensiladas (FERREIRA et al. 2003; BOLLER, 2012; FONTANELI et al., 2012b).

As colhedoras de forragem são máquinas que colhem a forragem no campo, quando esta ainda se encontra em pé ou previamente cortada e disposta em cordões ou leiras (FERREIRA et al. 2003). Estas máquinas podem ser rebocadas, semi-montadas, montadas ou automotrizes. As colhedoras de forragem, depois de colherem, dividem-na em pedaços de comprimento reduzido e enviam para um veículo de transporte, que conduzirá para o silo onde será armazenada (ORTIZ-CAÑAVATE, 1984).

A classificação das colhedoras de forragem está baseada nas características dos seus elementos de corte e de recorte, sendo este último destinado a picar a forragem cortada, ou seja, a dividi-la em

fragmentos ainda menores (FERREIRA et al. 2003; BARROS & CALADO, 2012).

As colhedoras de forragem de corte simples realizam o corte, o picamento e o carregamento da forragem por meio de um rotor horizontal, disposto transversalmente. Foram desenvolvidas para colher plantas de porte baixo, talos finos e alta densidade populacional. Sobre o rotor, são montadas diferentes tipos de facas móveis. A largura varia entre 1,10 e 1,50 m. Possuem velocidades de 800 a 1700 RPM. O rotor da máquina gira no sentido inverso ao das rodas de sustentação (BOLLER, 2012).

Para alterar o comprimento das partículas de forragem, deve-se: alterar a folga entre as facas móveis (que giram por ação do rotor) e as contra-facas fixas que podem ser aumentadas ou diminuídas, ocasionando a produção de fragmentos mais longos ou mais curtos. O aumento da velocidade de avanço da máquina resulta em fragmentos mais longos e vice-versa (ORTIZ-CAÑAVATE, 1984).

As colhedoras de forragem de duplo corte são máquinas tracionadas, constituídas pela associação de um rotor horizontal (semelhante ao utilizado nas colhedoras de corte simples) com um mecanismo picador (denominado repicador) (BOLLER, 2012). O uso destas máquinas é indicado para corte direto de forrageiras de porte baixo. As regulagens das colhedoras de duplo corte são: a altura de corte e o tamanho dos fragmentos. Para estas máquinas, a variação no tamanho dos fragmentos é dependente da velocidade de alimentação da máquina, o número de facas sobre o disco ou cilindro picador, a folga entre o gume cortante das facas e a placa de cisalhamento, o

nível de desgaste das facas e o estado de afiamento delas (FERREIRA et al. 2003; BOLLER, 2012).

As colhedoras de forragem de precisão são máquinas destinadas ao corte, fragmentação e carregamento de várias espécies de plantas forrageiras. São tracionadas pela barra de tração do trator. Podem ser adaptadas para colheita de forragem emurhecida. Tracionadas: de duas ou mais linhas. Montadas de uma a quatro linhas de colheita (ORTIZ-CAÑAVATE, 1984; FERREIRA et al. 2003).

Os autores anteriormente citados também ressaltam que, para máquinas de colheita de forragem, o conceito do comprimento teórico de fragmentos em milímetros é o avanço da alimentação, durante o tempo de passagem entre duas facas consecutivas do mecanismo picador, em relação à placa de cisalhamento ou contra-faca.

Colhedoras de forragem autopropelidas são máquinas que podem colher de 100 até 200 t.h⁻¹ ou mais de forragem e a potência dos seus motores podem chegar a 600, 700 até 800 cv ou mais. Utilizam mecanismos de corte e alimentação rotativos. São ágeis e não precisam acompanhar as linhas de cultivo. Possuem os mecanismos de cilindros picadores, de precisão, podendo em alguns modelos o comprimento dos fragmentos ser ajustado em operação, a partir da cabina do operador (BOLLER, 2012).

As máquinas utilizadas para produção de pré-secados são as mesmas utilizadas para a fenação, com um acréscimo no processo: uma máquina que colha e recorte a forragem. O corte da forragem é feito pelo uso de segadoras ou de segadoras-condicionadoras. O uso de ancinhos, para revolvimento e posterior enleiramento, acelera o

processo de desidratação do material vegetal. As colhedoras de forragem de rotor horizontal (corte simples) e as repicadoras podem recolher e picar a forragem, porém não proporcionam uniformidade no tamanho dos fragmentos. As colhedoras de forragem de precisão oferecem um corte mais curto e mais uniforme, mas necessitam de adaptação: um cabeçote recolhedor, composto por uma plataforma, contendo um molinete recolhedor horizontal, chamado de “pick-up” (BOLLER, 2012).

Ao utilizar uma colhedora de forragem e uma colhedora autopropelida de 130cv na produção de silagem de milho no sistema de “silo bag” (silagem de planta inteira e “grão úmido”), o estudo demonstrou que o consumo específico total de energia por área (Uea em kWh.ha⁻¹) apresentou diferenças estatísticas para as diferentes formas de colheita. A operação de colheita para produção de grãos secos apresentou os maiores valores. Eles demonstraram serem superiores em 35 a 75% - aqueles encontrados na silagem de planta inteira e silagem de “grão úmido”, respectivamente (SEKI et al., 2009). Os autores também encontraram diferenças significativas no consumo de combustível por área (CCa em L.ha⁻¹). A produção da silagem de planta inteira apresentou valores superiores em 60 e 70% aos da silagem de “grão úmido” e processamento do milho seco. Explicam pelo fato do equipamento (colhedora de forragem) com menor largura de trabalho necessitar de mais voltas na área, o que acarreta em mais consumo de combustível.

Os mesmos, avaliando o consumo de combustível na colheita de dois híbridos de milho com diferentes texturas (dentado e duro) e estádios de colheita (o ½ leitoso e início a maturação

fisiológica), com colhedora de forragem dotada de 10 facas, acionada por trator com tração dianteira auxiliar (4x2 TDA) de 86 cv no motor, com rotação da tdp de 540 RPM a 1900 RPM. Recomenda-se, para o processo de ensilagem, o estágio de maturação fisiológica para os híbridos testados. Foi onde ocorreu o menor consumo de combustível por kg de MS útil processada.

As máquinas utilizadas no processo de envolvimento dos fardos por filme plástico podem ser montadas na traseira do trator, de plataforma giratória e rebocada por este, e as ditas embaladoras de fardos em linha. As máquinas embaladoras de fardos rebocadas são acionadas pelo trator, através de operação individualizada, na plataforma giratória, estando o material vegetal enfardado. Realizam o enrolamento individual dos fardos pelo movimento giratório da plataforma. Algumas destas máquinas possuem rendimento elevado de trabalho, garantindo o enrolamento de até 80 fardos por hora (FREIXAL & ALPENDRE, 2013a).

As desensiladoras são máquinas cuja finalidade é retirar a silagem compactada do silo e a transportar até ao local de alimentação. Poderão também carregar reboques para que estes façam o transporte de maiores quantidades de produto até o local de fornecimento. O primeiro tipo encontrado é a pá frontal, adaptada ao trator. As desensiladoras de guilhotina utilizam o sistema hidráulico do trator para cortar “fatias” ou porções de silagem. Já as desensiladoras de facas rotativas funcionam através de um rotor para retirar porções regulares do painel do silo. A rotação do rotor é na direção inversa do enchimento da caixa de carga. As larguras de

trabalho são variáveis e podem ir de 1,70 até 2,80 m (FREIXAL & ALPENDRE, 2013a).

A ensilagem em sistemas de silo-bolsa exige uma máquina que faça o enchimento ou “embolsamento” da forragem dentro da unidade plástica. As unidades plásticas (silos-bolsa) são compostas por filmes com espessura entre 125 a 150 μm , acionadas por tratores de 80 a 200 HP (FREIXAL & ALPENDRE, 2013a).

2.9 FILMES PLÁSTICOS UTILIZADOS NA SILAGEM E PRÉ-SECADOS

O objetivo inicial do processo de ensilagem é a preservação nutritiva da espécie processada. O segundo é inibir a ação de micro-organismos indesejáveis (clostrídeos) e a capacidade de ação de enterobactérias em degradar a matéria orgânica. Por isso, a vedação bem realizada permite que ocorra fermentações satisfatórias (láticas), permitindo a preservação do material vegetal (MACDONALD et al., 1991).

Os aspectos importantes que um filme plástico deve ter para ser usado em silagem são: a espessura, a resistência mecânica, a coloração e o polímero utilizado na confecção do filme. O polietileno (PE) é o principal polímero utilizado no Brasil para a cobertura de silagens, apresentando espessuras diversas de 150 a 300 micra (AMARAL et al., 2012).

O uso de cobertura de filme plástico, muitas vezes demanda por estratégias de proteção da ação de radiação solar e intempéries climáticas. O uso de bagaço de cana é um exemplo.

Apresenta menores perdas e superior qualidade nutricional na silagem armazenada. Proteger a lona pode se tornar, em alguns casos, uma atividade inviável perante o volume das estruturas de armazenamento e quantidade de silagem gerada (AMARAL et al., 2012).

Na Tabela 3 estão demonstradas algumas relações entre as tipologias de lonas de cobertura utilizadas em silagem de milho e aspectos do desempenho de vacas holandesas.

Tabela 3 - Consumo de silagens de milho e desempenho de vacas holandesas de alta produção, em lactação, com uso de diferentes vedações no silo.

Variável analisada	Tipologia das lonas de cobertura			
	Polietileno 200µm (Dupla Face) + Poliamida 45 µm	Polietileno 200µm (Dupla Face- preto e branco)	Polietileno 200 µm (preta)	Polietileno 200 µm + Proteção com Bagaço de cana
Consumo de MS (kg.dia ⁻¹)	21,7	22,7	21,3	21,9
Digestibilidade da MS (%)	64,9	58,9	59,2	67,5
Produção de leite (kg.dia ⁻¹)	32,3	32,9	30,4	34,4
Descarte por deterio (%)	3,9	6,0	7,4	2,9

Fonte: Adaptado de Amaral et al. (2012).

O polietileno é um polímero parcialmente cristalino, flexível, oriundo do etileno (gasoso), onde suas propriedades são altamente influenciadas pela composição das fases amorfa e cristalina. Os polietilenos atualmente são descritos de duas formas: ramificados e

lineares. O polietileno de baixa densidade (PEBD) é parcialmente cristalino. O PEBD tem boas propriedades como: tenacidade, alta resistência ao impacto, alta flexibilidade, processabilidade e estabilidade. Pode ser usado como filmes para embalagens industriais e agrícolas, filmes destinados a embalagens de alimentos líquidos e sólidos e filmes laminados e plastificados para alimentos. Já o polietileno linear é altamente cristalino, apresentando baixas ramificações. A linearidade das cadeias e a maior densidade fazem com que a orientação, o alinhamento e o empacotamento das cadeias sejam mais eficientes, originando o polietileno de alta densidade (PEAD). Pelo processo de injeção, o PEAD é utilizado para a confecção de baldes e bacias, bandejas para pintura, banheiras infantis, tampas para garrafas e potes, entre outros. O PEAD e o PEBD têm muitas aplicações idênticas. Mas, geralmente, o PEAD é mais duro e resistente e o PEBD é mais flexível e transparente. O polietileno linear de baixa densidade (PELBD) é um copolímero de etileno acrescido de uma α -olefina. A estrutura molecular é composta por cadeias lineares de ramificações curtas. Quando misturado com PEAD ou com PEBD, o PELBD origina produtos para sacaria industrial, embalagem para ração animal e filmes agrícolas (COUTINHO et al., 2003). Na Tabela 4 estão sumariados algumas propriedades dos polietilenos, como densidade, temperatura de fusão e tensão de ruptura.

Tabela 4 - Algumas propriedades dos polietilenos: linear de baixa densidade (PELBD), de baixa densidade (PEBD) e de alta densidade (PEAD)

Propriedades	PELBD	PEBD	PEAD
Densidade (g.cm ⁻³)	0,910-0,925	0,915-0,935	0,941-0,967
Temperatura de Fusão (°C)	125	106-112	130-133
Tensão de ruptura (MPa)	14-21	6,9-17,2	18-30
Elongação até a ruptura (%)	200-1200	100-700	100-1000
Dureza (Shore D)	41-53	45-60	60-70

Fonte: Adaptado de Torres (2007).

Lonas (Membranas) de PVC plastificado são constituídas por resina de policloreto de vinila mais aditivos. Podem ou não ser armadas. Quando é incorporada uma armadura de poliéster (em geral com massa nominal de 100 g.m⁻²), o objetivo é minimizar as retrações e as variações dimensionais (devido à ação da temperatura). Em lonas armadas com poliéster, a tensão de ruptura pode variar entre 15 e 20 N.mm⁻², não apresentando variações significativas após o envelhecimento (GONÇALVES et al., 2005).

As membranas densas podem ser preparadas por evaporação do solvente, extrusão, laminação, sopro, etc. (THÜRMER et al., 2010).

Coextrusão é a combinação de duas ou mais camadas de polímeros fundidos, que formam um único filme. No início a coextrusão veio para atender mercados específicos, para produção de filmes, com barreira ao oxigênio, utilizando resinas de poliamida, revestidas com polietileno, obtendo, assim, propriedades termo-

selantes (CRIPPA, 2006).

O polímero de poliamida, usado na vedação de regiões periféricas de silos, reduz perdas por descarte de silagem em função da deterioração. Isto decorre em função da baixa permeabilidade ao oxigênio que esta tipologia de plástico possui (AMARAL et al., 2012).

O copolímero etileno vinil álcool (EVOH) é obtido pela hidrólise de um copolímero de acetato de vinila (EVA). É utilizado na confecção de filmes, folhas e frascos multicamadas para alimentos. As resinas de EVOH tem muito boa resistência mecânica e propriedades de barreira aos gases (ARBODELA et al., 2004).

O polímero de EVOH não possui cloro na sua molécula. Isto limita a produção de dioxinas, se eventualmente for queimado. O filme de baixa permeabilidade ao oxigênio (EVOH de 45 μm comercial), utilizado no revestimento das paredes dos silos trincheira, promove a redução do desenvolvimento de leveduras e fungos filamentosos, preservando os nutrientes da silagem de milho (SANTOS, 2015).

"Dioxina" refere-se a um grupo de contaminantes orgânicos que estão entre as substâncias químicas mais tóxicas da atualidade. São produzidas pela incineração, durante a fabricação ou queima de produtos químicos clorados, como o PVC.

Os filmes "stretch" usados para "embalamento" ou "plastificação" de fardos de silagem ou pré-secados (silagem emurchecida) são confeccionados de polietilenos, com duas camadas no caso de polietileno de baixa densidade (PEBD) ou mais se for de polietileno linear de baixa densidade (PELBD). Podem possuir

proteção UV (barreira ao ultravioleta). Os plastificantes adicionados conferem a habilidade de “esticamento” do filme. Filmes de 25µm geralmente possuem até 55% de estiramento. As cores destes e as temperaturas, na conservação da forragem, podem influenciar na permeabilidade a gases dos filmes (MICKAN et al., 2004).

2.10 ESTRUTURAS PARA ARMAZENAMENTO DE SILAGENS

Os sistemas que armazenam forragem têm por finalidade facilitar a saída de ar de uma massa de forragem e devem apresentar condições que façam cessar a respiração da planta e impeçam as fermentações aeróbias (FREIXAL & ALPENDRE, 2013b).

As estruturas de armazenamento para silagens, mais comuns atualmente, utilizadas no Brasil são: silos horizontais de trincheira, horizontais de superfície, silo-bolsa e fardos de pré-secado plastificado.

Os silos horizontais de superfície apresentam baixo custo inicial de investimento e grande quantidade de forragem que podem ser armazenadas. Entretanto, silos de superfície facilitam a exposição da massa de silagem ao oxigênio atmosférico, tanto no abastecimento, quanto na desensilagem. Nos silos trincheira, alta quantidade de forragem pode ser depositada. O uso de paredes laterais ajuda na maior compactação da massa na operação de abastecimento e em comparação com os silos de superfície, apresenta menores perdas. O problema de estar fixo ao local em que foi construído pode dificultar o manejo da forragem e de alimentação aos animais. Também outro

inconveniente demonstrado é a exposição da superficial da massa as condições atmosféricas (área da lona) (SANTOS et al., 2013).

O silo bolsa apresenta como características a eliminação dos custos de uma estrutura permanente e proporciona flexibilidade de reposicionamento dos silos dentro da propriedade. Os custos anuais deste sistema são: o aluguel da ensacadora, a compra de bolsas e a necessidade de eliminar o plástico após o uso (SCHROEDER et al., 2010).

Classificam-se perdas nas estruturas de silo e pré-secados no armazenamento de forragens pelos seguintes tipos e características básicas: perdas por respiração, aquelas derivadas desde o corte até o fim de todo o oxigênio no interior do silo, podem ser de 8 a 20% de MS produzida. As perdas por fermentação variam entre 5 e 10% e dependem do tipo de fermentação desenvolvida. As homoláticas são eficientes e econômicas em virtude dos açúcares desdobrados e de ácido láctico produzido. As forragens com altos conteúdos de MS, provenientes de emurchecimento, apresentam menos fermentações, consomem menos açúcares, originando menores perdas. As perdas por efluentes decorrem da expulsão de água do silo através da compactação da forragem e representam até 5% MS. Ao desensilar, transportar e distribuir a silagem ocorrem perdas físicas. Porém, após a abertura do silo e a silagem ser exposta ao ar, acarretará alterações de natureza fermentativa (5% ou mais) (FREIXAL & ALPENDRE, 2013b).

Os pré-secados são caracterizados como forragens conservadas, baseado na secagem parcial e fermentados por micro-organismos. É um processo que ocorre entre a fenação e a silagem

(DOMINGUES, 2009). Esta técnica, ao ser comparada com a fenação, reduz o risco das perdas por chuvas devido à antecipação do enfardamento da forrageira (NATH, 2015).

Os plásticos usados em silagem podem ser constituídos de filmes espessos ou mais finos. Estes últimos são os tipos de filmes esticáveis (“stretch”) utilizados no envolvimento de pré-secados. Podem ser termo retráteis (shrink wrap) ou do tipo aderentes (cling wrap) (MICKAN et al., 2004).

CAPÍTULO I

RENDIMENTO E VALOR NUTRITIVO DE BIOMASSA ENSILÁVEL DE CEREAIS DE INVERNO

CARLOS EUGÊNIO FORTES TEIXEIRA

RESUMO – Os cereais de inverno são cultivados com o objetivo de produzir grãos para a alimentação humana e animal, para formação de pastagens, cobertura de solo e forragem conservada. Os objetivos deste estudo são analisar as características produtivas e químico bromatológicas das forragens de cereais de inverno. O arranjo fatorial de tratamentos 5 x 2 (5 cultivares e 2 alturas de corte – baixo 7-10cm e alto 20cm da superfície do solo) colhidos quando as plantas estavam no estágio de grão em massa. Os materiais genéticos testados foram o centeio BRS Serrano, trigos BRS Umbu e BRS Pastoreio, triticales BRS Saturno, cevada BRS Aliensa e aveia Brevis BRS Centauro. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Aveia BRS Centauro teve rendimento de forragem superior aos demais genótipos testados. A cevada BRS Aliensa destacou-se para digestibilidade (DMS) e proteína bruta (PB) nas duas alturas de corte testadas. O trigo BRS Pastoreio apresentou menor teor de FDN que o centeio BRS Serrano.

Palavras chave: produção, forragem, alturas de corte.

YIELD AND NUTRITIVE VALUE OF WINTER CEREALS FOR SILAGE

ABSTRACT - Winter cereals are cultivated in order to produce grain for food and feed, green forage and haylage for cattle. The objectives of this study are to analyze the production and chemical characteristics bromatological of winter cereal forages. The factorial arrangement of treatments 5 x 2 (5 cultivars and two cutting heights - low 7-10 cm and 20 cm from the soil surface) harvested when the grain was at the dough stage. Genetic materials tested were rye BRS Serrano, wheats BRS Umbu and BRS Pastoreio, triticale BRS Saturno, barley BRS Aliensa and Brevis oats BRS Centauro. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. The analysis carried out to forage, BRS Centauro showed oat forage yield higher than the other genotypes. Barley BRS Aliensa stood out for digestibility (DMD) and crude protein (CP) for the two tested cutting heights. BRS Pastoreio wheat had lower NDF concentration than BRS Serrano rye.

Key words: production, forage, cutting height

1 INTRODUÇÃO

Os cereais de inverno normalmente são cultivados com o objetivo de produzir grãos para a alimentação humana e animal ou como forrageiras para a formação de pastagens. Entre as espécies se destaca o trigo (*Triticum sativum* L.), que é das mais cultivadas. A

importância dos cereais de inverno no cenário brasileiro faz com que os programas de melhoramento busquem desenvolver novos cultivares que apresentem características superiores de produtividade e qualidade de grãos, tolerância a fatores bióticos e abióticos, adaptabilidade e estabilidade da produção (FONTANELI et al., 2009).

A cultura da aveia (*Avena* spp.) vem aumentando sua importância nos últimos anos e a área cultivada teve um crescimento acentuado, principalmente pela demanda gerada pelas indústrias em função da inserção na alimentação humana pelos benefícios que traz à saúde humana, por apresentar a β -glucana, elemento responsável pela redução no teor de colesterol no sangue. Possibilita a produção de grãos para a alimentação humana e animal, a formação de pastagens, a elaboração de feno e a utilização como cobertura verde ou morta do solo. Dentre as aveias, destaca-se a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), com excelente qualidade forrageira e elevada produção de massa seca. Ser de ciclo invernal cria condições para a semeadura dos cultivos de verão, como soja e milho. A aveia preta é uma espécie rústica, pouco exigente em fertilidade de solo, que se adapta bem nos estados do sul do Brasil, com grande habilidade de perfilhamento. Em termos de qualidade, a média de três cortes apresenta teores de proteína bruta (PB%) de 23,43%, digestibilidade da matéria seca (DMS%) de 68,9%, fibra em detergente neutro (FDN%) de 49,4% e fibra em detergente ácido (FDA%) de 25,73% (FEDERIZI et al., 2014).

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é uma das primeiras plantas domesticadas cultivada desde meados de 8000 A.C. para a alimentação humana e animal, sendo considerada o cereal mais antigo

do mundo. A cultivar BRS Marciana apresenta desempenho para uso em pastoreio, fenação ou silagem de grão úmido. De ciclo precoce (espigamento 83 dias - maturação 130 dias), o seu potencial produtivo pode ser superior a 4.000 kg.ha⁻¹ (MINELLA & PEREIRA, 2015).

O centeio (*Secale cereale* L.) destaca-se pela rusticidade e capacidade de adaptação em condições de ambiente menos favoráveis. Pode ser usado para fornecer grãos para alimentação humana e animal, indústria de destilados, forragem para feno, silagem, pastejo e palha para cobertura de solo. Agronomicamente a cultura do centeio se desenvolve bem em diferentes tipos de clima e solo, sendo resistente à acidez do solo e resistente ao frio, possui o sistema radicular agressivo, o que lhe confere adsorção de nutrientes indisponíveis a outras espécies (FONTANELI et al., 2012).

O tritcale (*X Triticosecale* Wittmack) é o primeiro cereal sintético produzido pelo homem. A espécie incorporou algumas características morfológicas dos genitores: do trigo herdou o elevado rendimento de grãos, a estatura reduzida de planta e características de panificação; e, do centeio as características de rusticidade, resistência ao frio e à moléstias. A produção no Brasil se destina principalmente à alimentação animal, além de outros usos, como biscoitos, pães caseiros, massa para pizza e produtos dietéticos e cobertura do solo (EMBRAPA, 2013b).

O trigo como cultura de duplo propósito, forragem e grãos, tem sido usado em diversos países, como Estados Unidos, Austrália, Uruguai e Argentina, como alternativa econômica em sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP). Nos Estados Unidos, o trigo cultivado para duplo propósito tem gerado maior retorno

econômico do que o trigo somente para grãos (SANTOS, 2015). O manejo de corte deve ser efetuado com cuidado. Ao avaliar cultivares de trigo cortadas a 30 cm diminui todos os componentes de rendimento, bem como a produção de grãos para todas as cultivares testadas (BRS Figueira, BRS Guatambu, BRS Tarumã e BRS Umbu) (MARTIN et al., 2010). O trigo BRS Umbu possui como características principais a altura de planta médio-alta chegando a 91cm, seu grão semimole e produtividade média acima de 6.100 kg.ha⁻¹ (EMBRAPA, 2015).

Os constituintes químicos das plantas forrageiras são divididos em duas partes: constituintes da parede celular e constituintes do conteúdo celular. A parede celular é composta por carboidratos estruturais, a celulose e hemicelulose e de lignina, estes correspondem à fração dita fibra bruta (FB) da forragem (VAN SOEST, 1994). A digestão destes componentes se dá através da ação enzimática dos micro-organismos presentes no trato gastrointestinal. O conteúdo celular é composto por carboidratos solúveis e amido, proteína bruta, lipídios, vitaminas e minerais, dita fração solúvel ou parcialmente solúvel e de alta digestibilidade. Estes compostos são digeridos por enzimas dos micro-organismos e também por aquelas enzimas oriundas do aparelho digestivo dos animais. Quanto à avaliação bromatológica dos componentes celulares, pode-se dizer que: a parede celular é separada na fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e expressa a fibra digestível (celulose, hemicelulose e lignina); e, no componente qualitativo, a fibra insolúvel detergente ácido (FDA) expressa a fração indigestível (celulose e lignina) (VAN SOEST, 1994). Estes dois componentes, FDN e FDA, determinam o

potencial de consumo e digestibilidade da matéria seca da planta. A estes se soma o teor de proteína bruta, minerais, etc. – assim, tem-se o valor nutritivo da forragem. Como a digestibilidade da matéria seca (DMS) depende do teor de fibra em detergente ácido, e este se relaciona com a concentração de lignina, a celulose e a lignina formam componente único – o complexo lignocelulósico – o qual limita a degradação dos carboidratos estruturais no rúmen (BERCHIELI et al., 2006). Já o valor nutritivo do alimento é determinado quando se considera os elementos do conjunto: concentração de nutrientes digestíveis totais (NDT) ou, ainda, energia líquida (EL) para as diferentes funções animais (manutenção, lactação ou ganho de peso), a concentração em proteína bruta (PB), as concentrações em FDN e FDA e dos demais compostos minerais, além da digestibilidade da matéria seca (DMS) (BERCHIELI et al., 2006).

Os objetivos deste estudo foram analisar as características produtivas e químico bromatológicas das forragens de cereais de inverno, sendo dois trigos (BRS Pastoreio e BRS Umbu), uma cultivar de centeio (BRS Serrano), uma cultivar de aveia preta (BRS Centauro), uma cultivar de triticale (BRS Saturno) e uma cultivar de cevada (BRS Aliensa), em duas alturas de corte 10 cm e 20 cm.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico húmico (STRECK et al., 2008). Os materiais genéticos testados foram

o centeio BRS Serrano, trigos BRS Umbu e BRS Pastoreio, triticales BRS Saturno, cevada BRS Aliensa e aveia Brevis BRS Centauro. O arranjo fatorial de tratamentos 5 x 2 (5 cultivares e 2 alturas de corte – baixo 7-10 cm e 20 cm da superfície do solo) colhidos quando as plantas estavam no estágio de grãos em massa. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas são constituídas de sete linhas de 5m de comprimento. A densidade de semeadura foi de 400 sementes viáveis.m². A semeadura foi realizada em 24 de abril de 2014 com a semeadora Sêmima com espaçamento entre linhas de 0,17 m.

A adubação de base foi de 250 kg.ha⁻¹ de adubo 5-25-25 (N-P₂O₅-K₂O) mais adubação nitrogenada de 20 kg N.ha⁻¹ no perfilhamento. As sementes foram fornecidas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT-EMBRAPA). Em cada parcela foram retiradas quatro amostras de 0,25 m² para estimar por genótipo e cortados rente ao solo para estimar o rendimento total de massa seca para, por diferença, calcular a palhada residual para o plantio direto. O restante de cada parcela foi cortado (descontado as bordaduras) em alturas de resteva de 7 a 10 cm e de 20 cm destinada à ensilagem e rente ao solo. O corte para ensilagem foi realizado quando as plantas estavam no estágio de grão em massa mole a massa firme. A biomassa acumulada foi colhida e pesada. Para determinar a concentração de matéria seca (MS), uma amostra foi retirada e seca em estufa a 60^oC até peso constante. A amostra seca em estufa foi moída a 1mm em moinho tipo Willey e acondicionada para posterior determinação de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e digestibilidade estimada da

matéria seca (DMS). As avaliações laboratoriais foram realizadas pelo método de refletância pelo infravermelho proximal (NIR). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância. E os dados climatológicos dos dois anos de experimento estão na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados climatológicos (precipitação e temperatura média) dos anos de 2015 e 2014, em Passo Fundo, RS

Ano 2015					
Mês	maio	junho	julho	agosto	setembro
Temperatura Média (°C)	15,5	13,4	13,3	17,7	16,4
Precipitação (mm)	166,3	172,8	322,5	55	200,4
Ano 2014					
Mês	maio	junho	julho	agosto	setembro
Temperatura Média (°C)	14,6	13,2	13,2	14,7	17,0
Precipitação (mm)	221,1	284,8	108,1	126,1	261,2

Fonte: Adaptado Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Estação: 83914 Passo Fundo. Informações Meteorológicas

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de altura de plantas, teor e rendimento de MS, bem como rendimento de forragem ensilável estão sumariados na Tabela 2 e 3 (2014 e 2015), onde observa-se que as condições de pluviosidade foram bastante diferentes nos dois anos do experimento. No mês de julho de 2015, por exemplo, chegou a chover quase o triplo do ano anterior. Já em agosto de 2014 foi o dobro de 2015. Em

setembro de 2014 (ocasião da colheita), marcou 61mm a mais que 2015. Nos dois anos, o resultado acumulado foi pró 2014 (84 mm a mais). O comportamento da temperatura média mensal foi semelhante nos dois anos de estudo, apresentando a maior diferença na comparação dos meses de agosto: 2015 foi 3^o C mais quente que 2014. Estas diferenças podem ter afetado a demanda e o fluxo de nutrientes pela planta, colaborando para algumas diferenças de resultado, posteriormente discutidas. A altura das plantas por ocasião da ensilagem variou de 63 cm (cevada) a 161 cm (centeio) em 2014. E em 2015 foi 70 cm e 171 cm, respectivamente. O teor de MS médio variou de 24,35 na cevada a 34,36% no trigo BRS Pastoreio, para os dois anos. O rendimento médio de MS foi de 7,25 t.ha⁻¹ e 4,04 t.ha⁻¹ (segundo ano-2015) com destaque para o triticales BRS Saturno (9,32 t.ha⁻¹) e aveia BRS Centauro (8,27 t.ha⁻¹) em 2014. Aveia BRS Centauro foi o genótipo com maior rendimento de forragem ensilável (29,55 t.ha⁻¹). Em 2015, os rendimentos foram inferiores em geral, em virtude de menores valores de matéria seca (Tabela 3).

Tabela 2 - Altura de plantas de cereais de inverno, teor e rendimento de matéria seca (MS) e rendimento de forragem ensilável (FE). Passo Fundo, RS, 2014

Cereais	Altura média (cm)	MS (%)	MS (t.ha ⁻¹)	FE (t.ha ⁻¹)
Cevada BRS Aliensa	63e	21,4c	4,45c	20,75 b
Cevada BRS Aliensa – 10 cm		22,74	5,00	21,99b
Cevada BRS Aliensa – 20 cm		27,84	7,50	26,92a
Triticale BRS Saturno	108c	38,24a	9,02a	23,57b
Triticale BRS Saturno -10 cm		40,18	9,32	23,22b
Triticale BRS Saturno -20 cm		35,46	7,75	21,85b
Aveia BRS Centauro	129b	28,88b	8,57ab	29,55a
Aveia BRS Centauro – 10 cm		28,35	8,38	29,60a
Aveia BRS Centauro – 20 cm		26,89	7,39	27,47a
Centeio BRS Serrano	161a	37,14a	7,88b	21,22b
Centeio BRS Serrano – 10 cm		35,57	6,82	19,20b
Centeio BRS Serrano – 20 cm		34,55	6,32	18,31b
Trigo BRS Umbu	84de	41,18a	9,20bc	22,57 b
Trigo BRS Umbu – 10 cm		40,81	8,65	21,22b
Trigo BRS Umbu- 20 cm		38,91	7,12	18,28b
Trigo BRS Pastoreio	96cd	41,82a	8,45b	20,25 b
Trigo BRS Pastoreio – 10 cm		35,9	5,25	14,60c
Trigo BRS Pastoreio – 20 cm		35,78	4,41	12,35c
Média planta inteira	106,83	34,20a	7,25a	22,98a
Média corte a 10 cm	106,83	34,59a	7,40a	21,63a
Média corte a 20 cm	106,83	33,25a	6,75a	20,86a
CV(%)	40,93	6,84	9,72	27,71

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p>0,05).

Tabela 3 - Altura de plantas, teor e rendimento de matéria seca (MS) e rendimento total de forragem ensilável (FE) de cereais de inverno. Passo Fundo, RS, 2015

Cereais	Altura média (cm)	MS (%)	MS (t.ha ⁻¹)	FE (t.ha ⁻¹)
Cevada BRS Marciana	70d	27,3c	3,33c	12,21 e
Cevada BRS Marciana –10cm		31,60b	3,59c	11,37c
Cevada BRS Marciana –20cm		30,83b	3,72b	12,08bc
Triticale BRS Saturno	121b	34,55b	4,50b	12,95 bcd
Triticale BRS Saturno – 10cm		32,37b	3,81b	11,79bc
Triticale BRS Saturno – 20cm		33,75a	3,33b	9,88cd
Aveia BRS Centauro	122b	22,25d	3,01c	13,55 bc
Aveia BRS Centauro – 10cm		18,81d	2,17d	11,55bc
Aveia BRS Centauro – 20cm		18,61	2,12c	11,43bc
Centeio BRS Serrano	171a	36,13ab	7,27ab	20,14 a
Centeio BRS Serrano – 10cm		32,11b	4,07ab	16,69a
Centeio BRS Serrano – 20cm		32,15a	5,35a	16,73a
Trigo BRS Umbu	98c	39,0a	5,05a	12,95 bcd
Trigo BRS Umbu – 10cm		36,60a	4,75a	13,00b
Trigo BRS Umbu – 20cm		33,96a	4,36a	12,85b
Trigo BRS Pastoreio	96c	27,6c	3,5c	12,6 bcde
Trigo BRS Pastoreio –10cm		25,29c	3,17c	12,55bc
Trigo BRS Pastoreio –20cm		22,60c	2,21c	9,80d
Média planta inteira	113	31,13a	4,04a	14,06a
Média corte a 10 cm	113	29,46a	3,59a	12,82a
Média corte a 20 cm	113	28,65a	3,51a	12,12a
CV(%)	7,69	5,56	7,52	5,46

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Os teores de matéria seca encontrados apresentam similaridade à valores reportados por Fontaneli et al. (2009). A produção de MS.ha⁻¹ para monoculturas de cereais varia, dependendo de diversas situações. Autores citados por Khorasani et al. (1997)

descrevem diferenças: alguns relataram um maior rendimento para triticales. Nos anos de 1995 a 1997, as cultivares de triticales apresentaram teores de MS ao redor de 23 a 18%, enquanto as de aveia testadas oscilaram de 13 a 19%, do que para outras culturas de cereais. Enquanto que outros pesquisadores relataram o rendimento de MS de 8,1, 7,7, 6,7, e 6,3 t.ha⁻¹ de cevada/triticales, cevada, aveia e triticales, respectivamente. Continuando, há aqueles consultados por Khorasani et al. (1997) que informaram que a aveia produz mais MS.ha⁻¹ do que a cevada ou o triticales. As diferenças apresentadas entre estes estudos podem estar relacionadas com diferenças no tipo de solo, fertilidade, cultivares e maturidades na colheita (KHORASANI et al., 1997).

A aveia BRS Centauro na resteva de 10 cm apresentou teor de 28,35% de MS ao passo que na altura de 20 cm o valor foi de 26,89%. Este comportamento reafirma que a proporção lâmina foliar/caule influencia o teor deste componente nas plantas. Estudando produção de matéria seca, massa de forragem, como também relação lâmina foliar/caule + bainha, Ferolla et al. (2007) apresentaram dados relativos à relação lâmina foliar/caule + bainha indicando que o desenvolvimento fisiológico das plantas reduziu a participação de lâminas foliares na composição da massa total. Isto pode demonstrar a diferença entre os cultivares testados, pois apesar de serem colhidos no estágio de grãos em massa, o triticales tendeu a se comportar de forma inversa. A massa de caule-bainha diferiu entre espécies. A explicação está no alongamento precoce das hastes, aumentando sua proporção na massa, onde independentemente do sistema e das épocas de plantio, foi maior na aveia-preta. Alturas de

resteva mais altas proporcionam maior estabilidade nas relações entre folhas e caules, conforme relatado por Aguinaga et al. (2008) e isto influencia nos valores de MS e de rendimento de espécies forrageiras.

Em trabalho com aveia e azevém para produção de forragem, a massa de forragem diferiu entre as alturas de pasto, reduzindo na menor altura (10 e 20 cm) e aumentando na maior altura (40 cm e sem pastejo). Relatado por Aguinaga et al. (2008), a pastagem manejada a 30 cm apresentou massa de forragem mais constante. Isto se deve ao melhor balanço entre a redução do número de folhas vivas e o aumento do tamanho das folhas. Perfilhos mais desenvolvidos irão apresentar menos folhas vivas e maior peso de folhas. Ainda relatam os autores que a estrutura da pastagem sofreu acentuada modificação, de acordo com o estágio fenológico em que se encontravam as espécies. Fato demonstrado nos valores de rendimento de MS para estas culturas: cevada BRS Aliensa = 4,45 t.ha⁻¹ e trigo BRS Pastoreio = 8,45 t.ha⁻¹ em 2014 (Tabela 2) no estágio de grãos em massa mole a firme. Relatam, também, que no ciclo vegetativo verificaram a existência de maior proporção de folhas em relação ao período de florescimento (AGUINAGA et al., 2008).

A cevada apresentou rendimento de silagem de 20,75 t.ha⁻¹, inferior à aveia testada (29,55 t.ha⁻¹), mas idêntica aos demais genótipos (2014), mantendo esta característica de desempenho nos resultados de segundo ano (2015). Em estudo de acúmulo de matéria seca e remobilização de reservas orgânicas em cevada, houve uma influência significativa ($p < 0,01$) do genótipo e época de semeadura no rendimento de grãos de cevada, na matéria seca (MS) na antese, na maturidade, no índice de colheita (IC), na remobilização, na eficiência

de remobilização e contribuição da MS para produção de grãos (MIROSAVLJEVIĆ et al., 2015).

Na comparação do rendimento de forragem ensilável (silagem), o destaque foi para aveia BRS Centauro, que superou os demais tratamentos (29,55 (t.ha⁻¹) - Tabela 2). O mesmo não ocorreu posteriormente (Tabela 3). Isto pode ser explicado pelo maior perfilhamento da cultura e sua maior relação folha/colmo, como relatado anteriormente por Aguinaga et al. (2008). Já Meinerz et al. (2012), em estudo de produtividade de cereais de inverno, para duplo propósito, na Depressão Central do RS, entendem que genótipos mais tardios apresentam massa de forragem mais alta pelo fato do seu maior perfilhamento e relação folha/caule, quando comparado a materiais vegetais mais precoces. Estudando 14 genótipos de 6 espécies, o rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno para duplo propósito, Fontaneli et al. (2009) explicam que o centeio BRS Serrano demonstrou superioridade para rendimento de forragem verde, silagem e total de forragem, perante os outros materiais vegetais. Fato este relacionado à sua precocidade e antecipação no acúmulo de biomassa. Isto não foi observado no primeiro ano de estudo, pois o mesmo demonstrou ser igual aos demais genótipos e inferior a aveia BRS Centauro (Tabela 2 e 3).

Um genótipo de tritcale e de aveia preta produziram forragem verde mais digestível, semelhante às cevadas testadas (FONTANELI et al., 2009). Explicam, ainda, que o corte para silagem foi realizado no estágio de massa mole e os teores de MS entre 30 a 35%. Em experimento para averiguar a produção e qualidade de forragem de aveia, considerando o corte em momentos distintos dos

estádios de desenvolvimento, com corte realizado na fase de maturidade fisiológica, a produção de MS foi até 259% superior ao da fase de emborrachamento e 43% a mais que em fase de grão pastoso (ORDONES et al., 2013). Os autores citam que outros estudos também reportam que o maior rendimento foi alcançado entre as fases de floração e grão leitoso, para depois diminuir nas etapas de leitoso para pastoso. Outra explicação para a variação no teor de MS e rendimento de forragem encontrados podem ser atribuídos a estudos sobre oligofrutosacarrídeos (FOS), sendo que teor máximo de FOS é alcançado no início do estágio leitoso e uma redução acentuada ocorre durante a fase posterior do enchimento de grãos. Esse fato foi observado por Iannucci et al. (2015) em cevada, trigo e triticales. Ainda demonstraram que o genótipo, o estágio de desenvolvimento no momento da colheita, e mais ainda as condições ambientais (podem ser observadas na Tabela 1) têm grande influência sobre o total teor de FOS e sobre a sua divisão em todas as frações de plantas. Esses autores recentemente sugeriram a necessidade de reconsiderar as recomendações para a colheita de culturas de cereais, quando o objetivo é a alimentação verde. Efetivamente, a matéria seca degradável (uma indicação de digestibilidade ruminal) aumenta, quando a colheita de cevada, triticales e trigo são realizadas em estádios mais avançados de maturidade.

As variações encontradas em 2014 para MS (21,4% em cevada a 41,8% em trigo) encontram justificativa nas poaceas, pois a dinâmica de frutanos é regulada pelo equilíbrio entre a biossíntese e enzimas de degradação de frutanos. Antes da antese, os níveis relativos de hexoses e sacarose (WSC, menos os frutanos) são

responsáveis por cerca de 80 e 75% dos carboidratos solúveis em água presentes no caule, pedúnculo e penúltimo entrenó. Estas proporções são bem menores nas partes inferiores do caule e na bainha, respectivamente. Em geral, as enzimas biossintéticas contribuem para acúmulo de frutanos durante a pré-antese e início da pós-antese (ZHANG et al., 2015). Isto pode explicar as diferenças no acúmulo de matéria seca entre as espécies estudadas. Destaque é dado para a precocidade da cevada para a produção de forragem verde (20,75 t.ha⁻¹ e níveis de PB semelhantes à aveia (Tabela 4 e 5)). O triticale e aveia apresentaram-se superiores para produtividade apenas (23,57 e 29,55 t.ha⁻¹), mas o primeiro não apresentando diferença estatística com a cevada. Estas relações encontram explicação em estudos, como no de avaliação da produção de matéria seca e valor nutricional de aveia, trigo, cevada, triticale e centeio, nos estádios de emborrachamento e massa (mole a firme) de Coskun et al. (2014). A cevada apresentou maior produção de MS (p<0,001) no estágio de emborrachamento. A produção de massa seca de triticale, centeio e aveia é maior (p <0,001) na fase de massa. No geral, a produção de MS digestível com o avanço da maturidade foi superior para a cevada, o trigo, o triticale, centeio e a aveia, respectivamente, na fase massa. Isto pode ser observado nos dados relacionados na Tabela 4 e 5. Estes autores descrevem ainda que a cevada para aproveitamento de forragem é o cereal mais promissor no estágio de emborrachamento. Com a sua maior produção de MS e MS digerível, triticale, centeio e aveia produzem mais matéria seca no estágio de massa. No entanto, a escolha da produção de cereais para forragem deve incluir

considerações de classe e raça de gado para ser alimentado (COSKUN et al., 2014).

A diferença de rendimento de matéria seca (MS) para o ano de 2014, da altura de resteva de 10cm para o corte de planta inteira foi de 0,15 t.ha⁻¹. Esta, para a relação de 20 cm para planta inteira, foi de 0,5 t.ha⁻¹. Para o ano de 2015, foi de 0,45 t.ha⁻¹ (10 cm para corte de planta inteira) e 0,53 t.ha⁻¹ (20 cm para o corte de planta inteira). Em média, os valores situam-se de 0,3 t.ha⁻¹ MS (diferença de 10 cm para corte rente ao solo) e 0,5 t.ha⁻¹ de MS (diferença de 20 cm para corte rente ao solo).

Fatores inerentes ao solo não devem ser desconsiderados, como textura, densidade, profundidade, compactação, bem como os seus atributos químicos de fertilidade – este último, no que diz respeito à disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento dos cereais de inverno. A morfogênese destas espécies também explica os mecanismos envolvidos com o crescimento, o desenvolvimento, o acúmulo e a transformação de substâncias nutritivas (carboidratos, lipídeos, vitaminas e sais minerais). Foram traduzidos nas análises de planta inteira, através dos valores das FDA, FDN, PB e digestibilidade da matéria seca (DMS). Os valores desses componentes para forragens verdes em duas alturas de corte (resteva) em centímetros estão apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Teor de proteína bruta (PB), digestibilidade da matéria seca (DMS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nas forragens ensiláveis de genótipos de cereais de inverno em diferentes alturas de resteva. Passo Fundo, RS, 2014

Cereal e altura de resteva (cm)	PB %		DMS (%)		FDN (%)		FDA (%)	
Cevada BRS Aliensa - 20	10,77	a	64,88	a	61,44	bc	33,02	c
Cevada BRS Aliensa - 10	10,03	ab	63,02	ab	62,24	bc	33,72	c
Aveia BRS Centauro - 20	8,43	abc	60,66	abc	59,52	bc	38,71	c
Triticale BRS Saturno - 10	8,34	abcd	61,27	abc	61,11	bc	37,86	c
Centeio BRS Serrano - 20	7,81	bcd	57,89	cd	65,07	ab	44,48	ab
Triticale BRS Saturno - 20	7,58	bcd	62,45	ab	62,69	abc	37,91	c
Trigo BRS Pastoreio - 20	6,79	cd	62,53	ab	58,56	c	38,69	c
Aveia BRS Centauro - 10	6,55	cd	59,04	bc	62,46	bc	39,02	bc
Trigo BRS Umbu - 20	6,09	cd	60,39	bc	60,65	bc	37,00	c
Trigo BRS Umbu - 10	6,05	cd	59,89	bc	61,87	bc	37,04	c
Trigo BRS Pastoreio - 10	5,99	cd	60,98	abc	58,10	c	38,71	c
Centeio BRS Serrano - 10	5,83	d	54,19	d	68,44	a	46,08	a
Média 10 cm	6,12	a	59,72	a	62,37a		38,73a	
Média 20 cm	7,91	a	61,46	a	61,32a		38,30a	
Média geral	7,51		60,59		61,79		38,52	
CV(%)	14,31		5,16		9,32		3,48	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

Tabela 5 - Teor de proteína bruta (PB), digestibilidade da matéria seca (DMS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nas forragens ensiláveis de genótipos de cereais de inverno em diferentes alturas de resteva. Passo Fundo, RS, 2015

Cereal e altura de resteva (cm)	PB %		DMS (%)		FDN (%)		FDA (%)	
Cevada BRS Marciana - 20	6,77	b	60,87	a	61,67	b	35,80	b
Cevada BRS Marciana- 10	6,57	b	60,42	a	62,12	b	36,45	b
Aveia BRS Centauro - 20	9,10	ab	59,87	a	59,45	b	37,23	b
Triticale BRS Saturno - 10	6,81	b	60,68	a	62,98	ab	36,42	b
Centeio BRS Serrano - 20	8,87	ab	59,13	ab	63,11	ab	38,19	ab
Triticale BRS Saturno - 20	6,75	b	60,44	a	63,29	ab	37,56	b
Trigo BRS Pastoreio - 20	8,60	ab	59,30	ab	60,33	b	38,04	ab
Aveia BRS Centauro -10	7,95	ab	58,53	ab	61,21	b	38,97	ab
Trigo BRS Umbu- 20	7,20	ab	59,73	a	61,07	b	37,50	b
Trigo BRS Umbu - 10	6,67	b	58,76	ab	62,34	ab	38,56	ab
Trigo BRS Pastoreio - 10	9,62	a	60,27	a	60,17	b	36,74	b
Centeio BRS Serrano - 10	6,80	b	55,40	b	66,94	a	43,09	a
Média 10 cm	7,40a		59,01a		62,62a		38,37a	
Média 20 cm	7,88a		59,89a		61,48a		37,38a	
Média geral	7,64		59,45		62,05		37,88	
CV(%)	15,54		3,98		7,41		3,16	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p>0,05$)

A cevada apresentou os maiores teores de PB e DMS, 10,77% e 64,88%, respectivamente na resteva de 20 cm, como também para a resteva de 10 cm (10,03 e 63,02) e o menor valor de FDA (33,02 em resteva de 20 cm), mas diferindo do centeio, mais fibroso. Isto pode ser explicado pela precocidade da cevada e estágio no momento de colheita. Dentre as alturas estudadas, os resultados de PB vão ao encontro dos encontrados por Khorasani et al. (1997). As relações entre o teor de PB das culturas e estágio de maturidade demonstram que na maturidade avançada, o conteúdo de proteína bruta da cultura diminui a uma velocidade mais lenta, existindo a tendência para estabilizar antes da colheita. Na fase de emissão da

folha bandeira (emborrachamento), triticales e cevada apresentam uma concentração maior de PB do que aveia. Com o avanço da maturidade, a concentração de PB no triticales, na cevada e na aveia diminuem mais rapidamente do que em outras espécies (alfafa). Por ocasião da colheita, não há diferenças entre cereais na concentração de PB. À medida que a cultura amadurece, folhas e caules tornam-se mais fibrosos. No entanto, nas fases posteriores de maturidade isso é compensado pelo aumento do teor de amido no enchimento de grão (KHORASANI et al., 1997).

Os valores encontrados para o ano de 2014 (Tabela 4) no trigo BRS Umbu e os do trigo BRS Pastoreio correspondem à fase de massa mole e massa firme. No centeio, os valores foram de FDA = 46,08 na resteva de 10 cm (o maior observado entre os seis materiais), FDN = 68,44, PB = 5,83% e DMS em torno de 54% (a menor entre as espécies), correspondentes para o estágio de massa firme a grão duro. Os valores encontrados para a aveia equivaleram ao estágio de massa mole e os tabelados para o triticales corresponderam à massa firme.

Salientando os dados de FDN encontrados e tabelados (Tabela 4 e 5) para as alturas de resteva estudadas, estes não apresentaram ser diferentes de outros trabalhos. Para Khorasani et al. (1997), na colheita não há diferenças nas concentrações de FDN. Para os cereais, a concentração de FDN aumenta à medida que a planta progride através da fase de alongamento, estabiliza e depois diminuiu com o enchimento de grão.

Em relação aos teores de FDA, os melhores são observados para a cevada BRS Aliensa, não diferindo dos trigos (BRS Pastoreio e BRS Umbu), triticales BRS Saturno para as duas alturas de

resteva testadas e na aveia BRS Centauro na altura de 10 cm e os piores para a cultura do centeio nas duas alturas (Tabela 4 e 5). Embora os cereais de inverno estudados não tenham apresentado diferença estatística. Autores relatam que na colheita a aveia apresenta a maior concentração FDA, sem diferenças entre os outros cereais de inverno, o que pode ser observado nos dois anos de estudo. Folhas têm uma menor concentração de fibras na parede celular do que caules. Grãos têm uma concentração de fibras inferior do que qualquer caule ou folhas. Assim, uma concentração de fibras inferior (FDA e FDN), no início do ciclo, antes das folhas começarem a morrer, e no final do ciclo, com o grão cheio, é de se esperar (KHORASANI et al.,1997).

4 CONCLUSÃO

O triticales BRS saturno foi mais produtivo sem diferir da aveia BRS Centauro no ano de 2014, e o centeio BRS Serrano e o trigo BRS Umbu foram os mais produtivos em 2015. Não há diferença entre os genótipos para digestibilidade, mas a cevada BRS Aliensa se destaca pelo seu teor de PB nas duas alturas de corte testadas, juntamente com aveia 20 cm e triticales 10 cm. O trigo BRS Pastoreio tem menor teor de FDN que o centeio BRS Serrano. Centeio BRS Serrano tem a forragem com maior teor de FDA. Finalizando, o rendimento de MS, restante da diferença das alturas de corte testadas (10 e 20 cm) para planta inteira, é superior nas duas situações. Isto demonstra os benefícios da altura de resteva para manutenção da matéria seca em cobertura de solo.

CAPÍTULO II

ENSILAGEM DE CEREAIS DE INVERNO: COMPACTAÇÃO, DENSIDADE, pH E ANÁLISE DO VALOR NUTRITIVO PARA DUAS ALTURAS DE CORTE

CARLOS EUGÊNIO FORTES TEIXEIRA

RESUMO – Cereais, como os cultivados no inverno, vêm ganhando espaço como forma alternativa na alimentação animal, tanto na pecuária leiteira, quanto na pecuária de corte. A silagem não se caracteriza como fonte de proteínas, minerais e gorduras (aproximadamente 15% da matéria seca), mas sim de fibras, carboidratos (amido) e açúcares (85% da matéria seca). Os objetivos deste trabalho foram analisar o rendimento e as características químico-bromatológicas das silagens provenientes de cereais de inverno. Os genótipos testados foram centeio BRS Serrano, trigos BRS Umbu e BRS Pastoreio, triticale BRS Saturno, cevada BRS Aliensa e aveia brevis BRS Centauro. O ensaio foi fatorial (cinco cultivares e duas alturas de corte – baixo 7-10cm e médio 20cm), alocados no delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições. A melhor compactação contribuiu para maiores densidades e estas para valores menores de pH apenas na cevada BRS Aliensa. Não houve correlação entre densidade, teor de MS e pH. Os trigos BRS Pastoreio, BRS Umbu e a cevada BRS Aliensa (na altura de 20 cm) apresentaram os melhores valores de FDA. O trigo BRS

pastoreio para as duas alturas de resteva apresentou os melhores resultados de digestibilidade da MS.

Palavras-chave: genótipos, rendimento, composição bromatológica.

**SILAGE OF WINTER CEREALS: COMPACTION, DENSITY,
pH AND ANALYSIS OF THE NUTRITIONAL VALUE, TO
TWO CUTTING HEIGHTS**

ABSTRACT – Cereals, as grown in winter, has been gaining ground as an alternative way, in animal feed, both in dairy cattle and in beef cattle. Silage is not characterized as a source of protein, minerals and fats (about 15% of dry matter), but fiber, carbohydrates (starch) and sugar (85% of dry matter). The objectives of this work are to analyze income and bromatological chemical characteristics of silage from winter cereals. The genotypes were tested rye BRS Serrano, wheats BRS Umbu and BRS Pastoreio, triticale BRS Saturno, barley and oats BRS Aliensa brevis BRS Centauro. The treatments were allocated in experimental plots (5 cultivars x 2). The experiment was factorial (5 cultivars and two cutting heights - low 7-10 cm and 20 cm average) allocated in experimental design of randomized blocks with four replications. The better compression, contributed to higher densities, and these to lower pH values only barley BRS Aliensa. There was no correlation between density, DM content and pH. The wheats BRS Pastoreio, BRS Umbu, and barley BRS Aliensa (then 20 cm) showed the best FDA values. Wheat BRS Pastoreio for two heights of stubble, showed the best DM digestibility results.

Key words: genotypes, income, bromatological composition.

1 INTRODUÇÃO

Silagem é o produto oriundo da conservação de forragens úmidas (planta inteira) ou de grãos de cereais com alta umidade (grão úmido) através da fermentação em meio anaeróbico, em ambiente, chamado de silo. A silagem não se caracteriza como fonte de proteínas, minerais e gorduras (aproximadamente 15% da matéria seca), mas sim de fibras, carboidratos (amido) e açúcares (85% da matéria seca). Os requisitos que uma planta deve ter para ensilagem, no momento da colheita, são: alta produtividade, teor de matéria seca em torno de 32 a 37%, altos teores de carboidratos solúveis, baixo poder tampão, para facilitar o abaixamento do pH no interior do silo e excelente aceitabilidade e digestibilidade (AGROCERES™, 2013).

Dentre as plantas forrageiras tropicais, o milho e o sorgo se destacam pela fácil ensilabilidade, onde todo o processo pode ser executado mecanicamente. Além disso, proporcionam silagens de alta qualidade, sem a necessidade de aditivos para estimular a fermentação, pois, no ponto da colheita, o teor de matéria seca em torno de 35% inibe as fermentações indesejáveis (KERA, 2013). Porém, outros cereais, como os cultivados no inverno, vêm ganhando espaço como forma alternativa na alimentação animal, tanto na pecuária leiteira, quanto na pecuária de corte. Dentre estes, destacam-se: centeio (*Secale cereale* L.), cevada (*Hordeum vulgare* L.), triticale (X *Triticosecale* Wittmack), entre outros. Estas culturas citadas

possuem também importância no rendimento de grãos (FONTANELI et al., 2012a).

O centeio (*Secale cereale* L.) se destaca pela rusticidade e capacidade de adaptação em condições de ambiente menos favoráveis. Pode ser usado para fornecer grãos: para alimentação humana, animal, indústria de destilados, forragem para feno, silagem e pastejo e palha para cobertura de solo. Contribui para manter a matéria orgânica, reduzir perdas de solo por erosão, intensificar a penetração de água no solo e a retenção desta. O desenvolvimento das cultivares tem sido realizado preferencialmente pelo método genealógico. Dentre os principais objetivos do melhoramento desta cultura, destaca-se a seleção para estresses ambientais (NASCIMENTO JUNIOR & DENARDIN, 2013; FONTANELI et al., 2012a).

O triticale é o primeiro cereal sintético produzido pelo homem. Trata-se de um híbrido obtido através do cruzamento de dois gêneros distintos e com expressiva barreira de incompatibilidade: trigo (*Triticum aestivum* L.) x centeio. O fenótipo do triticale é intermediário aos seus genitores. A espécie incorporou algumas características morfológicas: do trigo herdou o elevado rendimento de grãos, a estatura reduzida de planta e características de panificação; e, do centeio as características de rusticidade, resistência ao frio e a moléstias. A produção no Brasil se destina principalmente à alimentação animal, além de outros usos, como biscoitos, pães caseiros, massa para pizza e produtos dietéticos (EMBRAPA, 2013). A cultura vem se tornando uma opção nas regiões de cultivo de trigo do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Sul do Paraná, pois é utilizada pelos agricultores como opção de cultura de inverno, mantendo o solo

coberto durante o ano todo e reduzindo a erosão em áreas cultivadas somente com cultivos de verão (FONTANELI et al., 2012a).

Na alimentação animal, o triticales é utilizado, predominantemente, como fonte energética na formulação de dietas, possuindo ampla gama de usos potenciais: quer sob a tradicional forma de grãos secos, como também de forragem verde. Silagens de planta inteira ou de grãos úmidos, de pré-secados e fenos, e mesmo por meio de pastejo direto (CAIERÃO et al., 2010; EMBRAPA, 2013). Pode ser eficientemente utilizado sob a forma de silagem de planta inteira, na alimentação de ruminantes. Parâmetros indicativos do processo de fermentação e da qualidade da massa ensilada do triticales devem ser avaliados, principalmente, com relação à idade das plantas no momento do corte para ensilagem (FONTANELI et al., 2009).

A cevada foi uma das primeiras plantas domesticadas há cerca de 8000 a.C. para a alimentação humana e animal, sendo considerado o cereal mais antigo do mundo. No Brasil, os programas de melhoramento têm buscado, principalmente, gerar cultivares que atendam a demanda da indústria cervejeira (MINELLA & PEREIRA, 2015).

A cultura da aveia vem aumentando sua importância nos últimos anos e a área cultivada teve um crescimento acentuado principalmente pela demanda gerada pelas indústrias, em função da inserção na alimentação humana pelos benefícios que traz à saúde humana, por apresentar a β -glucana, elemento responsável pela redução no teor de colesterol no sangue. Possibilita a produção de grãos para alimentação humana e animal, formação de pastagens, a

elaboração de feno e a utilização como cobertura verde ou morta do solo. Dentre as aveias, destaca-se a aveia preta. Apresenta excelentes qualidades forrageiras, produção de massa verde e por ser de produção invernal cria condições para a semeadura dos cultivos de verão, como soja e milho, além de oferecer forragem de qualidade no período de inverno. A aveia preta é uma espécie rústica pouco exigente em fertilidade de solo, que se adapta bem nos estados do sul do Brasil, com grande habilidade de perfilhamento (FEDERIZI et al., 2014).

Os trigos, como materiais vegetais, possuem diversas utilidades: esse material (trigo) poderá ser semeado somente para pastejo (duas ou mais vezes), somente para produção de grãos ou, ainda, para duplo propósito (um ou dois pastejos e produção de grãos). O trigo como cultura de duplo propósito, forragem e grãos, tem sido usado em diversos países, como Estados Unidos, Austrália, Uruguai e Argentina, como alternativa econômica em sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP). Nos Estados Unidos, o trigo cultivado para duplo propósito tem gerado maior retorno econômico do que o trigo somente para grãos (SANTOS, 2015).

Os objetivos deste trabalho foram analisar o rendimento e as características químico-bromatológicas das silagens provenientes de cereais de inverno, sendo estes dois trigos (BRS Pastoreio e BRS Umbu), uma cultivar de centeio (BRS Serrano), uma cultivar de aveia (BRS Centauro), uma cultivar de tritcale (BRS Saturno) e uma cultivar de cevada (BRS Aliensa) em duas alturas de corte.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os genótipos testados na área experimental da Embrapa Trigo em Passo Fundo, RS, foram centeio BRS Serrano, trigos BRS Umbu e BRS Pastoreio, triticales BRS Saturno, cevada BRS Aliensa (2014), cevada BRS Marciana (2015) e aveia BRS Centauro. Os tratamentos foram alocados em parcelas experimentais (5 cultivares x 2). O ensaio foi fatorial (5 cultivares e 2 alturas de corte – baixo 7-10 cm e médio 20 cm) alocados no delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas eram constituídas de sete linhas espaçadas de 0,17 m com 5,0 m de comprimento. A densidade de semeadura foi de 400 sementes viáveis/m² e utilizando-se a semeadora Sêmima. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico húmico (STRECK et al., 2008). A semeadura foi realizada em abril de 2014 e 2015, adubação de 250 kg.ha⁻¹ de adubo 5-25-25 (N-P₂O₅-K₂O) mais adubação nitrogenada de 20 kg N.ha⁻¹ no perfilhamento. Em cada parcela foram retiradas duas amostras de 0,5 m² cortados rente ao solo no estágio de grãos em massa, para estimar o rendimento de massa seca e de forragem ensilável. O restante de cada parcela foi cortado (descontado as bordaduras) em alturas de resteva de 7 a 10 cm e de 20 cm destinada à ensilagem. O corte para ensilagem foi realizado quando as plantas estavam no estágio de grão em massa mole a massa firme. A biomassa acumulada foi colhida e pesada. Para determinar a concentração de matéria seca (MS), uma amostra foi retirada e seca em estufa a 60 °C até peso constante. Para ensilagem, a forragem foi triturada em moinho forrageiro, em pedaços de 1 a 5 cm e compactada em silos experimentais de PVC com 100

mm de diâmetro e 35 cm de altura. A amostra seca em estufa foi moída a 1mm em moinho tipo Willey e acondicionada para posterior determinação do valor relativo de forragem (VRF), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e digestibilidade estimada da matéria seca (DMS). Após a compactação manual, as silagens permaneceram por um período de 120 dias em armazenamento no silo; após a abertura foram retiradas amostras (na parte central do mini silo) para serem secas em estufa (60 °C até peso constante), posteriormente trituradas, acondicionadas e levadas ao laboratório para avaliações bromatológicas. Parte destas amostras foram destinadas as análises de pH, realizadas em seguida da abertura dos silos de PVC. As avaliações laboratoriais foram realizadas pelo método de refletância do infravermelho proximal (NIR). Para o pH das silagens foi usado o Método de Silva & Queiroz (2006), onde são colocadas 9g de silagem em um béquer de 250mL e adicionado 60 mL de água destilada. A leitura do pH é realizada três vezes consecutivas, após um repouso de 30 minutos, com agitação do béquer durante as leituras. O aparelho utilizado foi o PHmetro T-1000 digital, microprocessado, para uso em bancada, de fácil calibração: mede pH, milivolt e temperatura, com calibração automática e indicação simultânea no painel dos parâmetros pH e temperatura. As variáveis resposta de interesse foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ensaio de avaliação de valor nutritivo e rendimento dos seis materiais vegetais (trigo BRS Umbu e BRS Pastoreio, triticales BRS Saturno, aveia brevis BRS Centauro, centeio BRS Serrano e cevada BRS Aliensa e BRS Marciana (2015)) produziu um número de 48 tubos.

Em relação às silagens, primeiramente foram feitas avaliação de densidade e massa seca (Tabela 1). E antes de determinar os atributos químicos nutritivos pelo uso da espectroscopia no infravermelho proximal (NIRs), fez-se análise do pH das silagens (Tabela 2). Para o ano de 2015, a prática relatada repetiu-se e os dados foram alocados nas Tabelas 4 e 5.

Os maiores teores de matéria seca foram para os trigos triticales e centeio e os menores foram para a cevada e a aveia no ano de 2014, embora não existindo diferença entre os genótipos testados (Tabela 1). Já em 2015, os maiores teores de MS foram encontrados no trigo BRS Umbu, triticales, centeio e cevada. Os menores em trigo BRS Pastoreio e aveia. Conforme Pereira & Reis (2001), o ideal para o processo de ensilagem é que a forragem apresente teores de MS entre 35 e 45%, sendo que em teores entre 40 a 45% a forragem deva ser picada em partículas ainda menores, a fim de se conseguir melhor compactação.

Tabela 1 - Teor de massa seca (%MS), densidade e pH de silagens de cereais de inverno. Passo Fundo, RS, 2014

Cereal e altura de resteva (cm)	MS %	Densidade kg.m ⁻³	pH
Trigo BRS Umbu - 10	40,85a	592,25cd	4,36bcd
Trigo BRS Umbu- 20	38,94a	588,75cd	4,52bc
Triticale BRS Saturno -10	37,75a	653,50abc	4,45bcd
Trigo BRS Pastoreio - 20	35,86a	624,00bcd	4,54abc
Centeio BRS Serrano - 10	35,60ab	568,75d	4,27cd
Centeio BRS Serrano - 20	35,56ab	608,50bcd	4,24cd
Triticale BRS Saturno - 20	35,42ab	644,75abcd	4,54abc
Trigo BRS Pastoreio - 10	35,31ab	632,50abcd	4,54abc
Aveia BRS Centauro - 10	28,98cd	616,75bcd	5,07a
Cevada BRS Aliensa - 20	27,82cd	675,75ab	4,12cd
Aveia BRS Centauro - 20	26,89cd	624,00bcd	4,89ab
Cevada BRS Aliensa - 10	21,67d	702,50a	3,97d
Média 10 cm	33,36 A	627,70 A	4,44 A
Média 20 cm	33,41 A	627,62 A	4,47 A
Média geral	33,38	627,64	4,42
CV (%)	22,67	15,45	1,08

Média seguidas de mesma letra, na coluna, não difere significativamente pelo teste de Tukey (p>0,05).

A maior densidade calculada, em média, nos mini silos, foi observada na cevada BRS Aliensa com 702 kg.m⁻³, para uma altura de resteva de 7 a 10 cm, sem diferir de triticale (10 e 20 cm), trigo BRS Pastoreio a 10 cm e cevada BRS Aliensa a 20 cm. A menor, 568 kg.m⁻³ no centeio BRS Serrano, também na altura de resteva 7 a 10 cm. No ano de 2015, a maior densidade foi para o trigo BRS Pastoreio sem diferir do triticale e da aveia. O centeio BRS Serrano apresentou menores densidades neste ano (Tabela 4). Maiores pressões de compactação acarretam numa maior preservação dos teores de MS nas silagens. Os valores de pH são mais baixos em comparação aos

daquelas com menor compactação. A maior densidade promove melhor ambiente para as bactérias redutoras de ácido lático (PEREIRA & REIS, 2001). A densidade da massa vegetal no silo é determinante da qualidade final da silagem, pois aliada ao teor de MS da forragem indica a porosidade do alimento, que condiciona a taxa de movimentação do ar e, conseqüentemente, o potencial de deterioração durante o armazenamento do silo, sendo que esta deve apresentar valor mínimo 225 kg MS.m^{-3} para que se tenha silagem de qualidade satisfatória (AMARAL & BERNARDES, 2009). As densidades obtidas foram variáveis em função da força de compactação, relação folha e colmo fragmentados. Não foi observada relação entre a densidade obtida e o teor de MS do genótipo testado. Embora havendo tendência para que maiores compactações ocasionem valores mais baixos de pH, não houve diferença estatística entre a compactação e o pH do material vegetal testado: a cevada é um exemplo, foi a que obteve maiores densidades e menores valores de pH (3,97 e 4,12) para as duas alturas de corte testadas (Tabela 1). Isto não foi observado no ano de 2015, mas os valores de pH encontrados para as culturas acompanharam o que foi relatado acima para densidade x pH (Tabela 4).

Os valores de pH nas silagens (Tabela 1) apresentaram certa relação com as espécies e independeram da altura de resteva: os trigos apresentaram valores ao redor de 4,5. Os maiores valores ficaram com a aveia BRS Centauro, aproximadamente 5, e os menores foram observados na cevada BRS Aliensa, com um pH em torno de 4. A diferença em favor da cevada pode ser explicada por uma maior fragmentação das partículas e um menor poder tampão. Os dados

experimentais obtidos colaboram com os estudos que relatam que cereais de inverno estabilizam a pH mais alto (em torno de 4,20 a 4,50), ou seja, silagens não inoculadas e dependentes da flora bacteriana dominante durante o processo fermentativo (NI et al., 2015). Além disso, vários fatores que influenciam a qualidade da forragem podem atuar de forma conjunta e/ou isolada e resultam em diferentes efeitos no processo fermentativo, conforme a espécie forrageira utilizada e condições ambientais. Finalizando, autores citados por Santos et al. (2010), avaliando silagens de 136 gramíneas de clima temperado, observaram grandes variações na composição química conforme valores de pH, nitrogênio amoniacal e percentagem de matéria seca presentes nos materiais vegetais (YAN & AGNEW, 2004; SANTOS et al., 2010).

As análises de rotina, em alimentos para ruminantes, são várias, mas a fibra bruta (FB), a fibra em detergente ácido (FDA) e a fibra em detergente neutro (FDN) são as medidas de fibra mais comuns. Porém, não existe uniformidade química destes fatores. A fibra, em detergente neutro, representa a maioria dos componentes estruturais das células vegetais, como a celulose, hemicelulose e lignina. A hemicelulose não está incluída na fibra em detergente ácido. A FDA isola principalmente celulose e lignina. O método que emprega a quantificação da FDN é o que melhor separa as frações carboidrato estrutural dos carboidratos não estruturais (CNE) e, ainda, outros compostos químicos que são incluídos como “fibras” (NRC, 2001). Os dados das análises são apresentados na Tabela 2 e 5.

Tabela 2 – Valor relativo de forragem (VRF), digestibilidade da matéria seca (DMS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nas silagens de cereais de inverno (2014)

Cultivar e altura de resteva (cm)	VRF (%)	DMS (%)	FDN (%)	FDA (%)
Trigo BRS Pastoreio- 20	98,20 b	63,37 a	60,26 d	30,67 d
Trigo BRS Pastoreio- 10	103,63 a	61,83 a	63,50 bcd	31,20 d
Cevada BRS Aliensa - 10	100,50 a	58,51 abc	66,85 abcd	38,93 bc
Trigo BRS Umbu- 20	94,10 bc	63,29 a	62,64 bcd	31,08 d
Trigo BRS Umbu - 10	96,00 b	59,73 ab	62,24 cd	31,01 d
Aveia BRS Centauro - 20	93,85 bc	53,20 cd	70,73 ab	43,13 ab
Cevada BRS Aliensa - 20	101,05 a	59,83 ab	67,56 abcd	35,10 cd
Centeio BRS Serrano - 20	97,20 b	52,70 cd	68,88 abc	44,74 a
Aveia BRS Centauro - 10	95,70 b	51,05 d	70,70 ab	43,45 ab
Centeio BRS Serrano - 10	95,95 b	53,09 cd	72,67 a	44,40 ab
Triticale BRS Saturno - 20	98,25 ab	55,09 bcd	70,95 ab	41,21 ab
Triticale BRS Saturno - 10	91,45 c	53,55 cd	74,01 a	42,77 ab
Média 10 cm	97,20 A	56,29A	68,38A	38,62A
Média 20 cm	97,10 A	57,91A	66,83A	37,64A
Média geral	97,15	57,10	67,58	38,13
CV(%)	1,30	10,45	17,26	13,08

Média seguidas de mesma letra, na coluna, não difere significativamente pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Os resultados encontrados em 2014 e em 2015 (Tabela 2 e 5, respectivamente) são semelhantes aos reportados por Fontaneli et al. (2009). Não houve diferença do que é relatado para as espécies ensiladas e estádios de desenvolvimento pesquisados. Bernardes et al. (2005) reportam que a redução em algumas frações químico bromatológicas é verificada no tratamento de exposição aeróbia, causada por aquecimento e, também, pelo desenvolvimento de

enterobactérias e bacilos.

Os teores de DMS, FDN e FDA apresentaram diferença significativa (Tabela 2 e 5). Triticale, centeio e aveia apresentaram maiores valores de FDN e FDA (Tabela 2). Entre as silagens de cereais, a aveia pode apresentar mais altas concentrações de FDN e FDA, o triticale ser intermediário e a cevada menor (KHORASANI et al., 1997). Ainda para estes autores, porcentagens de matéria seca de forragem após a ensilagem e porcentagens de MS antes da ensilagem podem variar significativamente. As concentrações de proteína bruta e de amônia aumentam durante a ensilagem, em comparação com forragem fresca na colheita. Com o progresso do tempo de ensilagem, a concentração de FDN do material ensilado aumenta. Nenhuma diferença significativa foi observada em concentração destes componentes entre 1 mês e 3 meses após a ensilagem. Relatam também que os aumentos de FDA e FDN para os genótipos testados foram variáveis, mas demonstraram estar de acordo com outros trabalhos realizados (KHORASANI et al., 1997). Os estudos realizados por Lehmen et al. (2014), em cereais de inverno, obtiveram para trigo BRS Umbu valores de PB (8,3; 7,9); FDN (73,7; 62,4); FDA (40,4; 30,6) e DMS (57,5; 65,1), respectivamente para antes e depois da silagem, estando de acordo com a FDA, FDN e DMS encontrados (tabela 2 e 5).

Testou-se a existência de uma correlação para os dois anos de estudo entre as cultivares, a densidade (atributo físico quantitativo), a matéria seca (MS) (componente nutricional) e o pH (atributo químico quantitativo). O resultado foi que não existiu correlação entre MS e pH estudados nestas condições de ensaio (tabela 3 e 6). Mas foi

observada correlação no ano de 2015 para densidade x matéria seca (MS) (-0,7406) (tabela 6). Isto pode ser explicado pelo fato de que o maior conteúdo de matéria seca dificulta a compactação e o inverso é verdadeiro (PEREIRA & REIS, 2001). Autores que relatam os fatores que interferem na densidade da forragem ensilada destacam o peso e a pressão de compactação, o tempo de compactação, a espessura da camada de forragem adicionada ao silo, a taxa de enchimento do silo, o teor de MS e o tamanho de partícula do material (AMARAL et al., 2007), mas não estabelecem o correlacionamento, apenas a provável relação entre estas variáveis, como comentado anteriormente.

Tabela 3 - Correlação entre densidade (kg.m^{-3}), teor de matéria seca (MS), pH das silagens, no ano de 2014.

Matriz de correlação: Pearson				
	Cultivar	Densidade	MS	pH
Cultivar	1	-0,6431	0,4586	0,2439
Densidade	-0,6431	1	-0,4978	-0,3116
MS	0,4586	-0,4978	1	0,0357
pH	0,2439	-0,3116	0,0357	1

Tabela 4 – Teor de massa seca (MS), densidade e pH de silagens de cereais de inverno. Passo Fundo, RS, 2015.

Cereal e altura de resteva (cm)	MS %	Densidade (kg.m ³)	pH
Trigo BRS Umbu - 10	34,44ab	718cd	4,29bc
Trigo BRS Umbu- 20	35,29ab	690d	4,25bc
Triticale BRS Saturno -10	29,25bc	760abcd	4,05c
Trigo BRS Pastoreio - 20	23,63cd	833a	3,98c
Centeio BRS Serrano - 10	33,53ab	653d	4,07c
Centeio BRS Serrano - 20	33,85ab	689d	4,04c
Triticale BRS Saturno - 20	35,76ab	749abcd	4,12c
Trigo BRS Pastoreio - 10	22,02d	851a	3,98c
Aveia BRS Centauro - 10	17,88d	827ab	5,05a
Cevada BRS Marciana - 20	37,13a	723bcd	4,23bc
Aveia BRS Centauro - 20	18,09d	822abc	4,83ab
Cevada BRS Marciana - 10	32,47ab	699d	4,11c
Média 10 cm	28,14A	751,33A	4,25A
Média 20 cm	30,62A	751,00A	4,24A
Média geral	29,44	751,16	4,25
CV (%)	27,17	12,78	2,35

Média seguidas de mesma letra, na coluna, não difere significativamente pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Tabela 5 - Valor relativo de forragem (VRF), digestibilidade da matéria seca (DMS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nas silagens de cereais de inverno, no ano de 2015.

Cultivar e altura de resteva (cm)	VRF (%)	DMS (%)	FDN (%)	FDA (%)
Trigo BRS Pastoreio- 20	95,20 a	62,90 ab	52,95 b	33,69 bc
Trigo BRS Pastoreio- 10	93,22 ab	61,64 ab	55,55 ab	34,95 bc
Cevada BRS Marciana - 10	91,50 c	62,00 ab	56,72 ab	34,52 bc
Trigo BRS Umbu- 20	90,55 a	66,00 a	52,18 b	29,12 c
Trigo BRS Umbu - 10	92,10 bc	64,84 ab	48,77 b	30,84 bc
Aveia BRS Centauro - 20	90,67 cd	61,77 ab	55,15 ab	34,46 bc
Cevada BRS Marciana - 20	91,05 c	64,69 ab	52,85 b	31,44 bc
Centeio BRS Serrano - 20	83,40 e	61,47 abc	55,70 ab	35,29 abc
Aveia BRS Centauro - 10	93,70 ab	54,90 c	62,27 a	43,60 a
Centeio BRS Serrano - 10	85,20 d	59,02 bc	58,62 ab	38,20 ab
Triticale BRS Saturno - 20	84,60 de	64,44 ab	53,11 b	31,35 bc
Triticale BRS Saturno - 10	85,68 d	65,63 ab	49,63 b	29,71 bc
Média 10 cm	90,23A	61,33A	55,26A	35,30A
Média 20 cm	89,25A	63,54A	53,65A	32,55A
Média geral	89,73	62,44	54,45	33,93
CV(%)	1,83	12,90	11,26	15,15

Média seguidas de mesma letra, na coluna, não difere significativamente pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Tabela 6 – Correlação entre densidade (kg.m^{-3}), teor de matéria seca (MS) x pH das silagens, no ano de 2015.

	Matriz de correlação: Pearson			
	Cultivar	Densidade	MS	pH
Cultivar	1	0,2268	- 0,2240	-0,1569
Densidade	0,2268	1	-0,7406	0,2528
MS	- 0,2240	-0,7406	1	-0,4228
pH	-0,1569	0,2528	-0,4228	1

4 CONCLUSÕES

A melhor compactação contribuiu para maiores densidades e estas para os menores valores de pH na cevada BRS Aliensa, para as duas alturas de corte. No segundo ano, o centeio BRS Serrano apresentou os valores mais baixos nas duas alturas de corte. Há correlação entre densidade, teor de MS e pH. Os trigos BRS Pastoreio, BRS Umbu e a cevada BRS Aliensa apresentam os melhores valores de FDA. Os genótipos de trigo BRS Pastoreio e BRS Umbu e a cevada BRS Aliensa, para as duas alturas de resteva, apresentam os maiores valores de digestibilidade da MS. A cevada BRS Marciana apresentou desempenho semelhante a cevada BRS Aliensa para composição química nutricional, nas duas alturas de resteva estudadas, porém com limites inferiores. Analisando de forma geral, as maiores compactações colaboraram para se obter maiores densidades e valores de pH mais baixos, culminando com boas fermentações.

CAPÍTULO III

COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA, ESTABILIDADE AERÓBIA E ANÁLISE SENSORIAL DE SILAGEM EMURCHECIDA DE AVEIA PRETA COM DIFERENTES FILMES PLÁSTICOS

CARLOS EUGÊNIO FORTES TEIXEIRA

RESUMO – A “pré-secagem” ou emurhecimento tem por objetivo o aumento do teor de matéria seca da forragem no campo. Busca uma situação que favoreça o desenvolvimento das bactérias lácticas e iniba o desenvolvimento de bactérias do gênero *clostridium*. Os fatores ambientais que influenciam no processo de desidratação são: radiação solar, temperatura, umidade do ar e velocidade do vento. O objetivo foi estudar a composição químico-bromatológica, estabilidade aeróbia e realizar análise sensorial. O material utilizado foi a aveia preta BRS Centauro. Os filmes plásticos possuíram as seguintes características: 700 mm de largura (Polietileno de baixa densidade-PEBD) de 130 μ m de espessura, nas cores amarela e branca; lona de Poliéster de 300 μ m de espessura na cor branca; e, lona de poliéster/vinil de 370 μ m de espessura na cor branca. Prensa-se até que o manômetro acuse o valor de 5 a 10kN (quilo Newton). Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação pelos teste de Tukey a 5% para espessura dos filmes, estabilidade aeróbia e atributos de valor nutritivo (FDN, PB e DMS). O Teste de Wilcoxon para densidade e para tempo de estabilidade aeróbia. O Teste de Kruskal-Wallis para nota versus

conceito da silagem e tipo de filme versus estabilidade aeróbia. Os resultados de densidade, para carga imposta, demonstraram valores bastante diversos. A estabilidade aeróbia fica em torno de 90 horas para as condições testadas na aveia BRS Centauro, para todas as tipologias de filmes e espessuras. O filme de PEBD (polietileno de baixa densidade) é superior ao Poliéster/vinil para PB e DMS encontrados. Porém, o filme de Poliéster/vinil, como cobertura, demonstrou melhores resultados para frações de FDA e FDN. Ainda na estabilidade aeróbia, para tipologias testadas, observa-se que o poliéster/vinil apresentou tempo superior aos demais filmes. Há presença de ácido acético detectado por análise sensorial, colaborando para um tempo maior de estabilidade aeróbia.

Palavras-chave: pré-secado, tempo, compactação.

CHEMICAL COMPOSITION, AEROBIC STABILITY AND SENSORY ANALYSIS OF WILTED OAT SILAGE WITH DIFFERENT FILM TYPES

ABSTRACT - The "drying" or wilting aims, increasing the dry matter content of the forage in the field. Search a situation that favors the development of lactic acid bacteria, and inhibit the development of the genus Clostridium bacteria. Environmental factors that influence the dehydration process are: solar radiation, temperature, humidity and wind speed. The aim was to study the chemical composition - bromatological, aerobic stability and perform sensory analysis. The

material used in the testing were black BRS Centauro oats. The plastic films possessed the following characteristics: 700 mm wide (low density polyethylene-LDPE) of 130 μm thick, two yellow and white color; Canvas Polyester 300 μm thick in white; and polyester canvas / vinyl 370 μm thick in white. Press up until the manometer impeach value of 5 to 10 kN (kilo Newton). Statistical tests were Tukey 5% for film thickness, compared with the aerobic stability later with nutritional chemical attributes (NDF, CP and DMS). Wilcoxon test for density and a time of aerobic stability. Kruskal-Wallis to note versus concept of silage and type of film versus aerobic stability. The results density to imposed load, showed very different values. The aerobic stability is around 90 hours for the conditions tested in oats BRS Centauro for all types of film and thicknesses. The LDPE film (Low Density Polyethylene) is higher than the polyester / vinyl, PB and for DMS found. But the film of polyester / vinyl, as cover, showed better results for FDA fractions and NDF. Still in aerobic stability, tested types, it is observed that the polyester / vinyl showed superior time to the other films. There is the presence of acetic acid detected by sensory analysis, contributing to a longer aerobic stability.

Key words: pre dried, time, compactation.

1 INTRODUÇÃO

A “pré-secagem” ou emurhecimento tem por objetivo o aumento do teor de matéria seca da forragem no campo. Busca uma

situação que favoreça o desenvolvimento das bactérias lácticas e iniba o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*. Outra característica buscada é a diminuição na produção de efluentes. Estes efeitos positivos são contrapostos por fatores negativos, relacionados a respiração da planta e da ação de enzimas, outrora de mudanças ocorridas na microflora epífita. O tempo de emurchecimento é dependente de características ambientais climáticas, como umidade do ar, radiação solar e presença de vento, bem como do manejo, através da intensidade de revolvimento e espessura da camada de forragem sobre as leiras e características das plantas, como o estágio de maturidade, presença de cera nas folhas e a grossura das hastes ou caules (PEDROSO, 1998).

A remoção parcial de água da planta, através do emurchecimento ou pré-secagem, proporciona condições ideais para o crescimento de bactérias lácticas e assim permite que o excedente da forragem produzida possa ser armazenado e utilizado na alimentação dos animais. As forrageiras mais utilizadas para produção de silagem pré-secada em clima temperado são as gramíneas aveia, azevém, triticale e cevada (PEREIRA & REIS, 2001).

Quando a forragem é cortada e espalhada no campo para secar, a perda de umidade é intensa nas plantas ainda vivas. Uma vez que o caule e as folhas foram separados das raízes, a umidade perdida não é repostada e, então, começa o murchamento. Imediatamente após o corte, a abertura dos estômatos pode aumentar, mas rapidamente decresce com a secagem (MACDONALD; CLARK, 1987; PEREIRA & REIS, 2001).

Os fatores ambientais que influenciam no processo de

desidratação são: radiação solar, temperatura, umidade do ar e velocidade do vento. Dentre estes, aquele que mais interfere na perda de água pelas plantas forrageiras cortadas e expostas ao ambiente é a umidade do ar e sua umidade de equilíbrio. Umidades relativas altas tendem a dificultar ou até mesmo dependendo das condições atmosféricas reumedecer as plantas (exemplo desta afirmação é a formação de orvalho a noite). Segundo os autores consultados por Pereira & Reis (2001), a radiação solar se torna o principal fator ambiental que influencia a desidratação de gramíneas e leguminosas e está associada à taxa de secagem das forrageiras. Nos aspectos inerentes as plantas, destaca-se que com o avanço do desenvolvimento se observa diminuição na relação folha/caule, no valor nutricional e conteúdo de água. Para a desidratação, o avanço no estágio das plantas forrageiras proporciona vantagem para o processo de perda de água, mas é prejudicial em termos de qualidade da forragem. Forragens com maior proporção de folhas resultam em leiras mais pesadas e plantas que possuem maior percentagem de caules apresentam maior dificuldade para a circulação de ar, o que leva ao aumento da resistência à perda de água (PEREIRA & REIS, 2001).

Práticas como o emurchecimento promovem a redução nos teores de umidade de gramíneas. Porém, extensos períodos de emurchecimento podem acarretar no consumo de carboidratos solúveis da forragem, devido ao processo de respiração, este por sua vez reduz a degradabilidade dos nutrientes por alterações nos componentes fibrosos, como também na população de fungos e leveduras no material ensilado (SANTOS et al., 2010).

A silagem de cereais de inverno apresenta, geralmente,

maiores teores de proteína bruta do que a silagem de milho, mas com valor energético inferior. As principais espécies utilizadas para ensilagem são aveia-preta e azevém, colhidos no estágio de alongamento e submetidos ao pré-murchamento antes da ensilagem, tendo em vista que o excesso de umidade é prejudicial ao processo de fermentação e conservação do material ensilado (MEINERZ et al., 2011).

O processo eficiente de fenação depende da redução dos teores de umidade nas forrageiras tropicais de 80% para valores abaixo de 20%, permitindo que se realize uma armazenagem segura (CALIXTO JUNIOR et al., 2012). Fontaneli et al. (2009) e Wrobel (2014) relataram que o melhor momento para colheita de cereais de inverno para produção de feno seria no início da emissão da inflorescência, estágio onde existe o equilíbrio entre produção de biomassa e a qualidade nutricional. A operação de pré-secagem permite a ensilagem de forrageiras em estágio de desenvolvimento mais tenro. Acreditam eles que nestes estágios a planta ainda não entrou no período reprodutivo, a qual caracteriza maior valor nutricional, mas nível inferior de matéria seca.

Fatores intrínsecos aos genótipos, como rendimento de biomassa, podem estar relacionados ao ciclo de cultivo. Meses onde a insolação é inferior à normalmente ocorrida, para o mesmo período do ano, favorecem os genótipos com ciclo mais longo, como o centeio, resultando em maior acúmulo de matéria seca (LEHMEN et al., 2014).

As tipologias dos filmes plásticos apresentam cores e espessuras diversas (0,025 mm a 0,2 mm). Os de espessura mais fina

são utilizados na vedação de silos tipo “big bale” (silos-fardos) e os mais espessos (0,1 a 0,2 mm) na cobertura de silos horizontais (MIYAZAKI, 2008). Falhas na vedação podem comprometer a eficiência na conservação de forragens. O ingresso de ar na massa aumenta a temperatura e ocasiona perdas devido à presença de microorganismos aeróbios deterioradores e possível contaminação dos produtos com toxinas. No Brasil, há o problema da especificação para produção de lonas para vedação de silos, existindo grande variabilidade na espessura e qualidade do filme comercializado. Não raramente, a espessura é negligenciada por algumas empresas, apesar de existirem diversas avaliações. Pouco se conhece dos efeitos gerados no desempenho de animais alimentados com essas silagens. As alterações no valor nutritivo das silagens são explicadas pelas diferenças na permeabilidade ao oxigênio dos filmes plásticos. Modernamente, muita atenção é despendida à qualidade higiênica da silagem, devido à presença de micotoxinas. As aflatoxinas apresentam propriedades carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas, prejudicando a saúde humana e causando elevadas perdas econômicas e no desempenho de animais domésticos, como os ruminantes (AMARAL et al., 2012).

Membranas estruturais são lonas ou mantas flexíveis, confeccionadas de materiais sintéticos, como o poliéster e a fibra de vidro, com ou sem revestimentos em PVC (policloreto de polivinila, também conhecido como cloreto de vinila ou policloreto de vinil) e Politetrafluoretileno (PTFE), que resistem aos esforços devido a sua forma, as suas características físicas e ao seu pré-tracionamento no processo de produção (BARBATO & OLIVEIRA, 2002).

Freitas (2002) relata, para o uso de membranas estruturais (lonas ou filmes), que a transferência por condução é baixa devido à espessura muito fina dos tecidos estruturais, uma vez que a diferença entre as temperaturas do ar interna e externa à membrana será praticamente nula. Na transferência por radiação, constitui-se no problema fundamental da transferência de calor nas estruturas em tecido, pois a proteção do ambiente interno do ganho de calor externo (caso de climas quentes), bem como quando se deseja evitar a perda do calor produzido no interior para a área externa a essas (no caso de climas frios). Outro fenômeno que pode ocorrer é a condensação: quando existe uma diferença significativa entre a temperatura externa à membrana e a sua temperatura interna que, dependendo do caso, pode provocar a transpiração do material.

Poliésteres são muitas vezes utilizados como materiais de matriz, principalmente com fibra de vidro de reforço. O poliéster é um material econômico que tem alta resistência química e também resistente aos efeitos ambientais (como a radiação solar e a chuva). Este material tem alta estabilidade dimensional e baixa absorção de umidade (HASIN & NIAHT, 2002). Compósitos de poliéster reforçado com resíduos agrícolas poderão ser utilizados futuramente nas mais variadas aplicações industriais (AHMED & YOUSRY, 2013). Ao investigar o efeito da espessura da película de filmes compósitos de PVC e da membrana Pebax® (amidas de poliéster em bloco) (filme com 20 mm de espessura), Khalilinejad et al. (2015) constataram propriedades de permeabilidade a gases diferentes nas camadas seletivas com diferentes espessuras, definindo que a permeabilidade de todos os gases tende a diminuir, mediante o

aumento da espessura do filme. No entanto, o CO_2/N_2 e CO_2/CH_2 permaneceram quase inalterados. Os desempenhos de filmes compósitos PEBA X /PVC foram investigados sob várias pressões e temperaturas. A permeabilidade ao CO_2 e CO_2/N_2 e CO_2/CH_4 melhorou com o aumento da pressão. Este comportamento pode ser atribuído à elevada solubilidade e efeito plastificante de CO_2 à pressões mais elevadas. Com o aumento da temperatura operacional, a permeabilidade ao CO_2 aumentou e a seletividade aos demais gases diminuiu consideravelmente.

Durante o processo de ensilagem, e depois de alcançada a condição de aneroiose no silo, é importante inibir o crescimento de micro-organismos indesejáveis, principalmente as enterobactérias, os clostrídeos e algumas espécies de *Bacillus* e leveduras, para evitar que estabeleçam competição por substrato com as bactérias lácticas. As alterações ocorridas nos primeiros dias após a ensilagem são críticas para o sucesso da fermentação subsequente. Se as condições são apropriadas, as bactérias lácticas acidificam rapidamente o meio, a uma extensão em que os micro-organismos indesejáveis não sobrevivem, resultando em uma silagem estável, com baixo pH. Se o pH não é reduzido rapidamente, os micro-organismos indesejáveis podem competir pelos nutrientes, reduzindo as chances de obtenção de uma silagem estável. Um método alternativo para a inibição do crescimento de bactérias indesejáveis, seria a redução do teor de umidade da forragem pelo emurchecimento do material que antecede a ensilagem. A redução na atividade de água (A_w) pode ter um efeito sinérgico adicional na queda do pH. As bactérias lácticas têm alta tolerância à condição de baixa umidade e podem dominar a

fermentação em materiais ensilados, com alto conteúdo de matéria seca (CASTRO et al., 2006).

Outros parâmetros utilizados na avaliação da estabilidade de silagens são a concentração de CO₂ e a temperatura da massa para estabilidade aeróbia (número de horas que a silagem permanece estável antes de atingir 2 °C, acima da temperatura ambiente, quando exposta ao ar). Já em condições de laboratório, a deterioração aeróbia é definida como a diferença acumulada de temperatura diária acima da temperatura ambiente, nos primeiros cinco dias de exposição ao ar (BERNARDES, 2006; SILVA, 2013).

Vários ácidos orgânicos são produzidos durante a fermentação de silagens (lático, acético, butílico, isobutírico, propiônico, valérico, isovalérico, succínico, fórmico), mas para a avaliação da qualidade do processo fermentativo, os mais comumente utilizados são ácido lático, butílico e acético (TOMICH et al., 2003).

Os objetivos deste estudo foram avaliar a composição químico-bromatológica de silagem emurchecida de aveia preta (*Avena strigosa* Scherb.) ensilada com pequenas cargas de compactação e com diferentes filmes plásticos, a estabilidade aeróbia e realizar análise sensorial pelo método alemão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A forragem utilizada no ensaio de pequenas cargas de compactação para pré-secado foi a aveia preta BRS Centauro (*Avena strigosa* Scherb.). Quando manejada para pastejo, o corte deve ser realizado quando as plantas apresentarem 30 cm de altura e altura de

resteva entre 7 e 10 cm, ciclo médio até o paniculamento de 106 dias e maturação de 155 dias. Foi semeada em parcela de aproximadamente 0,25 ha na Embrapa Trigo, em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico húmico (STRECK et al., 2008). A aveia foi estabelecida com semeadora Sêmima com 0,17 m entre linhas e adubação de base, de 200 a 300 kg.ha⁻¹ de adubo 5-25-25 (N-P₂O₅-K₂O) mais adubação nitrogenada de 20 kg N.ha⁻¹ no perfilhamento (cereais de inverno de duplo propósito). As sementes foram provenientes do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT - EMBRAPA), em Passo Fundo, Rio Grande do Sul. Os três filmes plásticos foram adquiridos em casas de comércio com as seguintes características: faixa de 700 mm de largura (Polietileno de baixa densidade-PEBD) e de 130 µm de espessura, em duas cores, amarela e branca; lona Poliéster de 300 µm de espessura na cor branca; e, lona poliéster/vinil de 370 µm de espessura na cor branca. Também foram utilizados: um cilindro de aço galvanizado de 110 mm de diâmetro, 300 mm de comprimento e espessura de 0,50 mm, cinco termômetros com escala de -20 a 120 °C, para determinação da estabilidade aeróbia; e, fita adesiva para fechamento das bordas e da lateral dos mini-fardos. Para a análise quantitativa e de valor nutritivo da silagem, como teores de proteína bruta (PB), de fibra em detergente ácido (FDA) e de fibra em detergente neutro (FDN), foi usado o NIRS (espectroscopia no infravermelho proximal), técnica analítica que permite uma medida rápida, não destrutiva e de baixo custo para diversos constituintes da matéria orgânica. Na análise qualitativa sensorial do pré-secado foi utilizado o método alemão, traduzido e adaptado pela UFPR - Universidade Federal do Paraná (JUNGES,

2015). Na análise qualitativa pela estabilidade aeróbia, usou-se a mensuração do tempo em horas (h). Já as análises qualitativas sensoriais foram feitas pelo método alemão, descrito a seguir. O delineamento experimental foi o completamente ao acaso (DCC), testando-se as três tipologias de filme plástico com seis repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o software livre Action 2.9.

A metodologia utilizada consistiu, primeiramente, em cortar 1m² das plantas quando estas tivessem 80 a 100 cm de altura para a determinação química da forragem verde. Posteriormente, cortar e enleirar a aveia BRS Centauro com a máquina ceifadora debulhadora de parcelas Classic WINTERSTEIGER, com uma velocidade de colheita de 5 a 7 km.h⁻¹, formando leiras de aproximadamente 50 m de comprimento, deixando uma resteva de 20 a 30 cm.

O período de emurchecimento foi de 48 horas no ambiente. Após este período, do material vegetal destinado à compactação, retirou-se amostras para determinação da massa seca (MS), material este pesado e levado à estufa 60^oC- 24h. Seco, o material foi moído em moinho tipo Willey, peneira de 1mm e acondicionado.

Para compactação do material vegetal no formato dos mini fardos envelopados por filme plástico, teve-se que cortar o cilindro de aço galvanizado longitudinalmente para poder-se retirar e colocar o mini fardo a cada compactação. Cortou-se os filmes com largura de 400mm para que sobrassem bordas para fechamento dos fardos. Os comprimentos dos filmes plásticos variaram conforme o número de

camadas de envelopamento utilizadas: duas camadas (691,15 mm) e 3 camadas (1036,72 mm), valores estes determinados pela equação do comprimento da circunferência ($2 \pi r$), com uma sobra de aproximadamente 10% para transpasse longitudinal, sendo que o transpasse transversal sempre é 100%. Estende-se o filme e coloca-se uma quantidade de 400g de material vegetal, enrolando-se sobre o seu eixo, a fim de dar uma pré-forma ao fardo antes de ser colocado dentro do cilindro de aço e posteriormente levado à prensa para executar o carregamento. Fecha-se uma de suas extremidades com a fita adesiva, coloca-se no interior do cilindro e fecha-se o mesmo com as braçadeiras e coloca-se o cap (tampa) de PVC no cilindro de aço na extremidade que foi vedada com a fita adesiva. Este procedimento é necessário para dar formato e para que durante o carregamento o mesmo (mini fardo) não perca sua forma cilíndrica.

Para execução do carregamento, leva-se a pré-forma (material enrolado no filme + cilindro de aço tampado e fixado) à base da prensa hidráulica. Na extremidade aberta da pré-forma, cuida-se para deixar as bordas bem abertas para colocação de mais material vegetal e para que o cilindro da prensa possa executar o movimento de avanço e recuo em cada carregamento. Para cada carga, independente do tipo de filme que era composto o fardo, procede-se a colocação de 250 g de material vegetal no interior da pré-forma, enrolado cilíndricamente. Prensa-se até que o manômetro acuse o valor de 5 a 10 kN (quilo Newtons), faixa de valor de acordo com as características de força desenvolvidas pelos mecanismos mecânicos de alguns fabricantes de prensas enfardadoras. Coloca-se mais material e prensa-se até que o mini fardo esteja cheio, mas com uma sobra na

borda superior de 5 cm. Fecha-se a borda superior, cuidando-se para que sobre um pequeno espaço para realizar uma última carga, cujo objetivo é de expulsar o ar da borda superior por este espaço. Rapidamente se retira o mini fardo de dentro da pré-forma e se termina de fechar a borda superior com fita adesiva. Também se fecha com fita ao longo do transpasse lateral do filme.

Os mini fardos foram armazenados em ambiente abrigado da luz solar, vento e chuva, pelo período de 05/09/2014 a 03/12/2014, num total de 90 dias. Abriram-se os mini fardos pré-secados após este período, retirando 10 cm das extremidades e 1cm de desconto das bordas longitudinais do material vegetal armazenado e fermentado no fardo. Evita-se, assim, a retirada de amostras com problemas de fermentação (bolos).

Este material é então acondicionado em sacos de papelão, levados a estufa 55 °C até peso constante, para secagem e posterior trituração em moinho Willey, para análise de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) por NIRS. Durante esta etapa, procede-se a avaliação sensorial por atribuição de nota do mini fardo pré-secado, segundo a metodologia alemã de avaliação de capins pré-secados, adaptada pela UFPR. Posteriormente, o material é acondicionado em pequenos baldes de PVC de 1L, para determinação da estabilidade aeróbia. Dos cinco termômetros, um é colocado na vertical, para verificação da temperatura no ambiente, onde ficam os baldes. Os outros quatro são imersos nos pré-secados a uma profundidade de 10cm, para averiguação de 8 em 8 horas da temperatura no interior do mesmo.

O fim da estabilidade aeróbia é determinado quando a temperatura no pré-secado é superior 2^oC da temperatura no ambiente. A avaliação qualitativa dos mini fardos foi realizada pela metodologia oriunda do sistema alemão de classificação de silagens e pré-secados, proposta esta denominada *Grobfutterbewertung: Teil A – DLG-Schlüssel zur Bewertung von Grünfütter, Silage und Heu mit Hilfe der Sinnenprüfung* (Análise de volumoso proposta revisada. Parte A - chave DLG - avaliação de forragem, silagem e feno, por meio de testes sensoriais). Esta avaliação tem por premissa estimar o teor energético da forragem, com base no tipo de cultura e estágio de desenvolvimento. A metodologia determina a aplicação de uma “chave” de avaliação. As avaliações são feitas de acordo com as características de cor, odor e textura de silagens e do feno. Atribui-se notas ao atributo sensorial avaliado, conforme sua “qualidade” e, posteriormente, determina-se um conceito pelo avaliador (Muito Bom, Bom, Regular, etc).

Após os dados tabelados, as análises estatísticas foram feitas pelo software livre Action 2.9. Os testes estatísticos foram por Tukey a 5% para espessura dos filmes, comparados com a estabilidade aeróbia e, posteriormente, com os atributos químicos nutritivos (FDN, PB e DMS). Wilcoxon para densidade e também tempo de estabilidade aeróbia. E Kruskal-Wallis para nota versus conceito da silagem e tipo de filme versus estabilidade aeróbia.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento para ensilagem da aveia BRS Centauro cortada em 20 a 30 cm de altura de resteva foi 17,20 t.ha⁻¹ e matéria pré-seca de 41,62%. A forragem verde da aveia BRS Centauro, na época de colheita, possuía os seguintes valores nutricionais: FDN (50,81%), FDA (27,65%), PB (25,21%) e DMS (70,87%). Para Khorasani et al. (1997), estes valores de componentes nutricionais estão de acordo com o observado para cereais de inverno à medida que a maturidade avança. À medida que a cultura amadurece, folhas e caules se tornam mais fibrosos. No entanto, nas fases posteriores de maturidade, isso é compensado pelo aumento da teor de amido no enchimento de grão.

A aveia BRS Centauro emurcheceu por um período de 48 horas. Farias et al. (2013), em trabalho com azevém, em que após os cortes as plantas permaneceram 0, 4, 7 e 30 horas no campo até serem ensiladas em mini silos de polietileno de 12 micras por 6 meses, observaram um efeito cúbico para os teores de FDN, FDA e quadrático para PB. Porém, para lignina encontraram um efeito linear positivo. Este mesmo trabalho demonstrou haver significância nos valores de componentes nutritivos à medida que aumentou o tempo de emurhecimento do azevém.

Citam ainda para os tratamentos que ficaram por um período maior expostos a desidratação natural, resultaram em “queima” de parte das reservas de CHO (carboidratos) solúveis e também de foto-assimilados.

Observou-se, na densidade dos fardos, que os valores foram menores para os filmes de polietileno (na faixa de 300 kg.m⁻³) e maiores para os filmes de poliéster/vinil (na faixa de 500 kg.m⁻³). Ao aplicar-se o teste de Wilcoxon, simulando que a média ficasse em 400 kg.m⁻³, chega-se na mediana de 437,02 kg.m⁻³ e a hipótese que a média fique em torno de 400 kg.m⁻³ não é nula para a aveia BRS Centauro (Figura 1). O mesmo teste foi aplicado à estabilidade aeróbia, simulando que a média fosse de 90 horas. O tempo maior foi de 125,1 horas e o menor foi de 61,9 horas. O resultado foi de que a mediana é de 93,10 horas. Novamente, aceita-se que nestas condições experimentais o tempo de estabilidade aeróbia fique em torno da média (Figura 1 e Tabela 1). Tavares et al. (2009), ao avaliar o efeito do grau de compactação da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento da forragem na composição bromatológica de silagens de capim Tanzânia, relatam que teores de matéria seca avaliados não foram influenciados pelas densidades testadas (400, 500, 600, 700, 800 e 900 kg.m⁻³). Ao emurcheçar o material, este sofreu aumento no teor de matéria seca. As pressões de compactação apresentaram efeito quadrático com os teores de proteína bruta (PB) e ocorreu diferença significativa, onde maiores densidades obtiveram maiores valores nos teores de proteína bruta. Segundo os autores, a explicação se deve ao fato da melhor fermentação em maiores densidades, embora o emurchecimento não tenha limitado a proteólise nos tratamentos em que a densidade foi a mais baixa (400 kg.m⁻³). Na avaliação dos efeitos sobre o pH realizado por estes autores, encontraram diferenças significativas ao nível de 1% e na interação entre silagens e as densidades de compactação (p<0,05). Realizado o

desdobramento da interação e analisando cada silagem e as densidades, os mesmos detectaram efeito linear da densidade sobre o pH e para as três silagens estudadas, havendo redução do pH na medida em que aumenta a densidade.

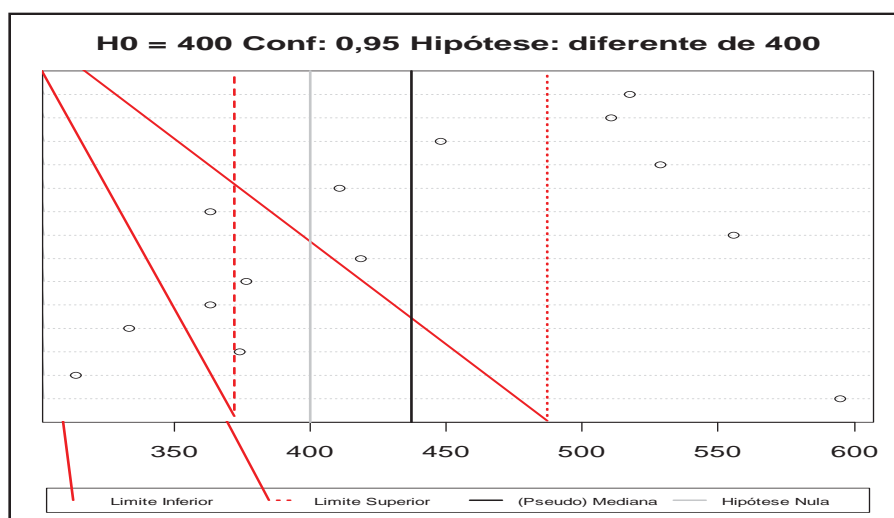


Figura 1 – Densidade (kg.m^{-3}) em carga de 10 kN para mini fardos contendo pré-secado de aveia BRS Centauro.

Tabela 1 - Dados do processo para teste de Wilcoxon para estabilidade aeróbia em mini fardos de pré-secado de aveia BRS Centauro.

Informação	Valor
V	43
P-valor	0,7835
Hipótese Nula	90
Método	Wilcoxon signed rank test with continuity correction
(Pseudo) Mediana	93,10
Intervalo de	
Confiança	95%
Limite Inferior	62,30
Limite Superior	107,24

Alguns trabalhos já demonstraram a existência de relação entre a fermentação láctica e a estabilidade aeróbia. Quanto maior for a produção de ácido láctico em uma silagem, menor será a sua estabilidade aeróbia (tempo) ao se realizar a desensilagem do material e exposição ao ar. A explicação reside nos seguintes fatos: o rápido consumo do lactato pelas bactérias aeróbias e a presença em níveis geralmente baixos de ácido acético e propiônico (ácidos que atuam na preservação, através do retardamento da ação das bactérias de origem aeróbia, no substrato da silagem) (BORREANI et al., 2008). A esta relação, cria-se a denominação ou conceito dito “paradoxo da estabilidade aeróbia”. Para Bernardes et al. (2005), corroborado por Siqueira et al. (2005), deterioração aeróbia é um fenômeno devido a penetração de ar no silo, tornando-se um dos principais empecilhos ao processo de produção de silagens. As moléculas de oxigênio podem penetrar na massa, embora estando o silo fechado. Mas a principal característica deste fenômeno é observada, durante a fase de desabastecimento e fornecimento da silagem aos animais. Silagens com 2,9% de ácido acético e 4,3% de ácido láctico, apresentaram uma temperatura mais baixa, após 5 dias de exposição ao ambiente, caracterizando uma boa estabilidade aeróbia, demonstrando os benefícios do acetato no controle de micro-organismos deterioradores (BERNARDES, 2006). Segundo Jobim et al. (2007), ensaios de estabilidade aeróbia, realizados na temperatura ambiente, representam uma excelente estimativa da velocidade de deterioração das silagens em situação de campo.

Ao comparar os efeitos da impermeabilização de silagens de milho forrageiro, envolto com um filme de polietileno convencional (PE - permeabilidade ao oxigênio de $1480 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ por 24 horas a 23°C) e um novo filme de barreira de oxigênio (OB – $70 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ por 24 horas a 23°C), onde as avaliações anteriores e posteriores de exposição de silagem ao ar incluíram avaliações moleculares, químicas e microbiológicas. As amostras das silagens, depois de 110 dias de ensilagem e avaliadas aos 2, 5, 7, 9 e 14 dias de exposição ao ar, apresentaram estabilidades aeróbias correspondentes de 65 e 152 horas. Aplicando-se o teste de Kruskal-Wallis (Tabela 2) para tipo de filme e tempo de estabilidade aeróbia, mostra-se que há diferença apenas entre os filmes de polietileno e poliéster/vinil. Isto se deve ao fato de ambos possuírem espessuras bem diferentes (130 e $370 \mu\text{m}$) e número de camadas também de diferentes valores (3 e 2 voltas, respectivamente), o que contribuiu para processos fermentativos diferentes no interior do mini fardo. Ao comparar a espessura dos filmes com o tempo de estabilidade aeróbia, percebe-se a diferença entre todos os níveis. Isto pode ser explicado primeiramente pelo valor da espessura ser distante entre os filmes analisados, bem como o número de voltas entre eles. Para Wheelton et al. (2014), cobrindo milho ensilado com uma única camada de filme OB ($45 \mu\text{m}$), chegaram a grandes reduções de energia primária. A energia primária é uma unidade verificada por silo para a fabricação dos filmes. Ainda para estes autores, as perdas de nutrientes relacionadas com deterioração aeróbia de silagem são devido a gases de efeito estufa. Outra explicação é o material do filme: as propriedades de barreira são diferentes (permeabilidade ao O_2 e CO_2),

também contribuindo para tempo e tipo de fermentação diferente nos fardos. Em experimento com sistema de vedação do silo (OB - barreira ao oxigênio) de um filme co-extrudado de plástico fino de 45 μ m de espessura ("Silostop", 2 Gamma, Mondovi, Itália), Orosz et al. (2012) relatam que a extensão da difusão de oxigênio através da parte superior de silos de superfície depende da permeabilidade da película do plástico e da eficiência do processo de vedação, proporcionando condições para que os micro-organismos aeróbios proliferarem e resultar na deterioração aeróbia do topo da região de ensilagem. Concluíram também que sistemas que utilizam filmes com OB (barreira ao oxigênio) nos silos tem um efeito benéfico sobre a fermentação e no estado sanitário dos primeiros 30 cm de silagem. Isto se deve provavelmente à mudança nas características de fermentação e o aumento da estabilidade aeróbica na camada superior da silagem armazenada, através da reduzida permeabilidade ao oxigênio durante o período de armazenamento. O transporte de permeantes (gases e líquidos) varia entre os diferentes polímeros. As propriedades de transferência irão depender principalmente de fatores, como o volume livre na estrutura do polímero e a mobilidade das cadeias poliméricas. A mobilidade das cadeias é afetada pelo grau de insaturação, número de ligações cruzadas, orientação, grau de cristalinidade e tipos de substâncias empregadas na confecção da "carga" (AZEREDO et al., 2012).

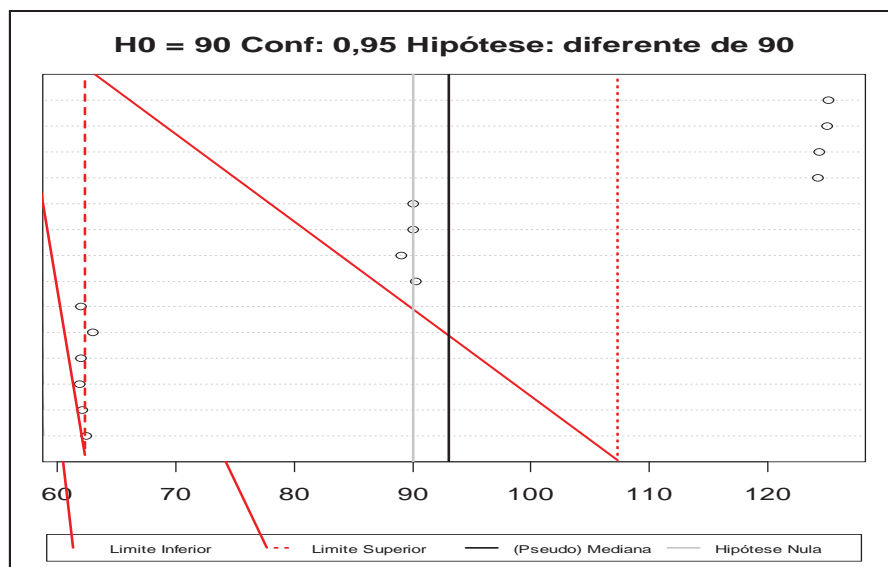


Figura 2 - Resultados de estabilidade aeróbica (h) após abertura, em carga de 10 kN para mini fardos, contendo pré-secado de aveia BRS Centauro.

Tabela 2 – Comparações de efeito para estabilidade aeróbica em mini fardos pré-secados de aveia BRS Centauro.

Fatores Comparados	Diferença Observada	Diferença Crítica	Diferença
PEBD- Poliéster	4	6,10	Não
PEBD- Poliéster/Vinil	8	6,10	Sim
Poliéster - Poliéster/Vinil	4	6,10	Não

Fatores	Limite Inferior	Efeito	Limite Superior
PEBD-Polietileno de baixa densidade	61,80	62,37	62,94
Poliéster	89,25	89,82	90,39
Poliéster/Vinil	124,07	124,65	125,22

Na análise qualitativa foi usado o método alemão adaptado para pré-secados (ácido butírico, ácido acético, aquecimento, levedura, fungo, coloração marrom, coloração amarelada, outras

observações, textura, pH). Na silagem pré-secada armazenada em fardos envolvidos com filme plástico, Scheidt et al. (2015) relatam que esta técnica permite reduzir os riscos de incidência de chuvas sobre o material cortado no campo durante a fase de secagem, além de propiciar o uso de equipamentos empregados no processo de fenação. Neste experimento (silagens de capim Tifton 85) realizado com filmes plásticos em 2 e 3 camadas, observaram que os valores de pH não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Porém, em todas as silagens e dias de avaliação, o pH foi elevado (média geral de 5,57). Notaram que o aumento do pH, no quarto dia de exposição ao ar, é um indicativo da atuação de micro-organismos aeróbios. O aquecimento e o desaparecimento de matéria seca podem ser justificados pela degradação de ácido láctico (SCHEIDT et al., 2015). Os feno-silagens, por assim dizer, oscilaram na classificação de Ruim a Muito Bom. A maioria deles apresentou cheiro levemente de ácido acético. Nenhum apresentou aquecimento ou levedura. Houve presença de fungos em pelo menos seis mini-fardos, detectado nas extremidades de fechamento. Finalizando, a análise qualitativa foi pelo teste de Kruskal-Wallis, sumariado na Figura 3 e Tabela 2.

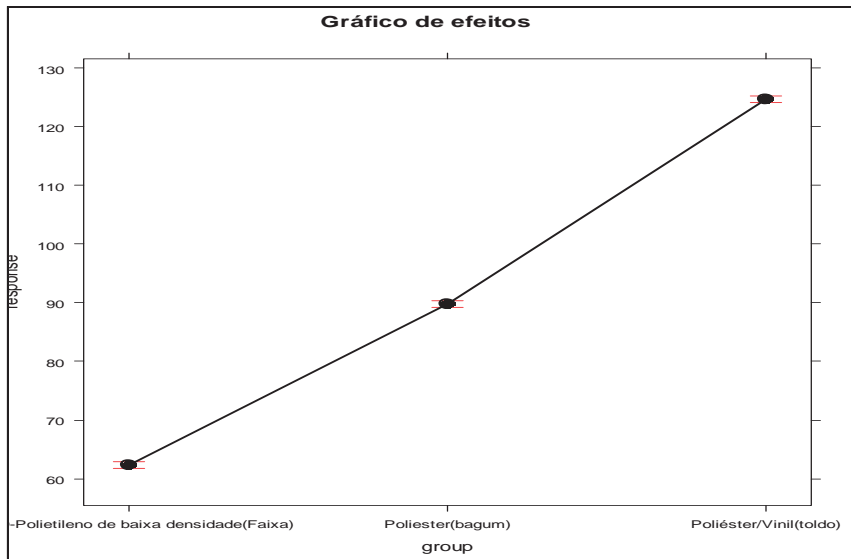


Figura 3 – Efeito do tempo de estabilidade aeróbia (h) x tipologias de plástico.

A análise quantitativa comparou os filmes com os valores nutritivos de FDN, FDA, PB e digestibilidade da matéria seca (DMS) (Tabela 3). Para a FDN, existe diferença nos níveis 370-130 μm e 300-130 μm , os maiores valores da fibra em detergente neutro foram observados nos filmes de poliéster/vinil (370 μm). A maior lignificação pode ser atribuída aos filmes de maior espessura, propiciado por fermentações a pH mais alto. No que diz respeito à proteína bruta (PB), existe diferença significativa apenas entre os filmes de polietileno (130 μm) e o filme de poliéster/vinil (370 μm). Os filmes de polietileno mantiveram teores de proteína bruta mais elevados (9,95, 11,86, 10,03, 10,56, 10,29 e 10,33%), quando comparados com os filmes de poliéster/vinil (7,82, 8,66, 7,93 e 8,76%). Ou seja, as frações nitrogenadas (proteicas) foram mais decompostas nas fermentações que ocorreram nos filmes de

poliéster/vinil. Credita-se a presença do ácido acético como determinante para que isto ocorra. Alguns mini-fardos apresentaram mofo na vedação, ao estudar a eficácia de diferentes filmes plásticos, na parte superior de silos, e a relação com as perdas em silagem de milho. Organizando o experimento através de 4 tratamentos: filme com barreira de oxigênio co-extrudado de polietileno/poliamida (OB), filme de polietileno (PE), filme de cloreto de polivinila (PVC) e filme co-extrudado, PE/polivinil/álcool (PVOH), cujos valores de permeabilidade ao oxigênio foram 75, 722, 982 e 289 $\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ por 24 horas, respectivamente. Demonstrou-se que os filmes OB e PVOH apresentaram melhores perfis de temperatura, de fermentação. Para os autores, estes resultados indicam que a permeabilidade ao O_2 , através do filme plástico, é determinante para a manutenção da qualidade da silagem na camada superior do silo (BERNARDES et al., 2012).

A digestibilidade da matéria seca acompanhou a FDN na comparação entre os filmes 370-130 μm e 300-130 μm . As maiores digestibilidades foram verificadas nos fardos envoltos com filme de polietileno (64,33, 62,72, 62,90, 62,92, 63,81 e 58,87%). No filme de poliéster foram 58,54, 57,83, 57,40 e 58,42%. Já no filme de poliéster/vinil, as digestibilidades foram 57,41, 57,13, 59,68 e 60,41%. Os melhores valores nos atributos nutritivos, favoráveis aos filmes de polietileno, explica-se provavelmente pela ocorrência de uma maior fermentação láctica e pouca presença ou baixa fermentação acética. Fatores relacionados com a qualidade do filme, composição do polímero, sua espessura e cor, bem como a compactação da massa, são extremamente importantes, quando se visa redução de perdas no armazenamento da silagem (BISPO, 2013). Ainda, Schmidt et al.

(2007) explicam que o aumento relativo em teores de componentes na fração fibrosa podem estar associados à perda de carboidrato solúvel, sem constituir redução de matéria seca, pois parte dos carboidratos solúveis é convertida a ácidos orgânicos.

Tabela 3 – Teores de proteína bruta (PB), digestibilidade estimadas da matéria seca (DMS), fibra em detergente ácido (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de pré-secado de aveia preta BRS Centauro em mini-fardos

Fator	%PB	%DMS	%FDN	%FDA
PEBD-Polietileno de baixa densidade	10,30a	61,95a	51,64b	33,13b
Poliéster	9,24ab	58,04b	54,60a	39,60a
Poliéster/Vinil	8,29b	58,65ab	55,99a	38,82a
Média	9,27	59,54	54,07	37,18
CV (%)	5,07	5,30	3,80	4,70

Média seguidas de mesma letra, na coluna, não difere significativamente pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

4 CONCLUSÕES

A estabilidade aeróbia fica em torno de 90 horas para as condições testadas na aveia BRS Centauro, para todas as tipologias de filmes e espessuras. O filme de PEBD (polietileno de baixa densidade) é superior ao Poliéster/vinil, para PB e DMS encontrados. Porém, o filme de Poliéster/vinil, como cobertura, demonstrou melhores resultados para frações de FDA e FDN. Ainda na estabilidade aeróbia, para tipologias testadas, observa-se que o poliéster/vinil apresentou

tempo superior aos demais filmes. Há presença de ácido acético detectado por análise sensorial, colaborando para um tempo maior de estabilidade aeróbia.

CAPÍTULO IV

EFEITO DE CARGAS DE COMPACTAÇÃO NA DENSIDADE, pH E PERDAS EM SILAGENS DE TRIGO

CARLOS EUGÊNIO FORTES TEIXEIRA

RESUMO – Os fatores que interferem na densidade da forragem ensilada podem ser elencados da seguinte forma: o peso e a pressão de compactação, o tempo de compactação, a espessura da camada de forragem adicionada ao silo, a taxa de enchimento do silo, o teor de MS e o tamanho de partícula do material. Altas densidades promovem a eliminação do oxigênio e garantem condições de anaerobiose. Os objetivos deste trabalho são a determinação das características químico-físicas de silagens de dois cultivares de trigo, testando quatro cargas de compactação hidráulica intermitentes. O ensaio foi determinado e conduzido em quatro carregamentos (10, 20, 30 e 42kN – quilo Newtons) para trigo BRS Pastoreio e BRS Umbu. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dois trigos BRS Umbu e BRS Pastoreio foram submetidos aos mesmos testes (relação carga x densidade, relação carga x pH, relação carga x perda). As densidades obtidas para os dois trigos testados apresentaram certa relação, mas não direta com a carga imposta: maiores cargas, maiores densidades. As cargas testadas resultaram em densidades que permitiram boa fermentação (baixo pH) e perdas mínimas de biomassa.

Palavras chave: características químico-físicas, pressão, eliminação do oxigênio.

EFFECTS OF LOAD COMPACTION ON DENSITY, PH AND LOSSES OF WHEAT SILAGES

ABSTRACT – The factors affecting the density of the ensiled forage, can be listed as follows: the weight and pressure of compression, compression time, the thickness of the fodder layer added to the silo, the silo filling rate, the content of MS and particle size of the material. High densities promote the elimination of oxygen and ensure anaerobic conditions. The objectives of this study are to determine the chemical-physical characteristics of silages two wheat cultivars; 4 testing intermittent loads hydraulic compression. The test was conducted in 4 determined and loads (10, 20, 30 and 42 kN (kilo Newton)) for genotypes BRS Pastoreio and BRS Umbu wheat, the experimental design was completely randomized with four replications. The two wheats BRS Umbu and BRS Pastoreio underwent the same tests (load ratio x density, relative load x pH, relative load x loss). Densities obtained for both tested wheats showed certain relationship, but not direct with the imposed load: higher loads, higher densities. The tested loads resulted in densities that allow good fermentation (low pH) and minimum biomass losses.

Key words: chemical-physical characteristics, pressure, elimination of oxygen.

1 INTRODUÇÃO

O valor nutritivo da silagem de milho é determinado pelo estágio de maturação em que se encontram as plantas no momento do corte. Preservar a qualidade da planta, durante a ensilagem, é bastante crítico (SENGER et al., 2005). Muck (1988) escreve que estes mecanismos críticos derivam dos processos de respiração da planta após o corte, da atividade proteolítica, da atividade de bactérias do gênero *Clostridium* e do crescimento de microorganismos aeróbios.

Conforme Pereira & Reis (2001), o ideal para o processo de ensilagem é que a forragem apresente teores de MS entre 35 e 45%, sendo que em teores entre 40 a 45% a forragem é picada em partículas menores, a fim de se conseguir melhor compactação.

As enzimas proteolíticas reduzem o valor nutritivo do alimento ensilado, através da transformação do nitrogênio proteico na forma não proteica (NNP). Atuam, também, nos peptídeos e aminoácidos livres. Já as bactérias proteolíticas fermentam os peptídeos e os aminoácidos transformados por estas enzimas. Os produtos destas transformações são ácidos orgânicos, gás carbônico (CO²), amônia e aminas. Estes produtos reduzem o consumo voluntário das silagens pelos animais (MULLIGAN et al., 2002).

A qualidade final da silagem está ligada as concentrações de glicídios estruturais e não estruturais e sua interrelação. O objetivo do processo de ensilagem é preservação desses últimos e da proteína, pois estes fatores acabam influenciando no volume de concentrados ofertados aos animais, surgindo assim a necessidade de que o material vegetal deva ser bem compactado e o silo fechado no menor espaço de

tempo possível. A anaerobiose irá garantir condições para que haja preservação das características qualitativas do material removido do silo e este seja similar àquele de onde deu origem (SENGER et al., 2005).

Entre os fatores que interferem na densidade da forragem ensilada, destacam-se o peso e a pressão de compactação, o tempo de compactação, a espessura da camada de forragem adicionada ao silo, à taxa de enchimento do silo, o teor de MS e o tamanho de partícula do material (AMARAL et al., 2007).

Altas densidades promovem a eliminação do oxigênio e garantem condições de anaerobiose, além de reduzir o custo de estocagem da forragem, haja vista a amortização da estrutura e a redução das perdas por deterioração (AMARAL et al., 2007).

Os objetivos deste trabalho foram a determinação das características químico-físicas (pH, densidade e perda) das silagens de dois cultivares de trigo, testando quatro cargas de compactação hidráulica intermitentes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o ensaio de carga sobre silagem foram utilizados dois trigos, as cultivares BRS Pastoreio e BRS Umbu, provenientes de 0,25 ha semeados na Embrapa Trigo. O trigo foi semeado com a semeadora Sêmima com espaçamento entre linhas de 0,17 m e adubação de base, de 250 kg.ha⁻¹ de adubo 5-25-25 (N-P₂O₅-K₂O) mais adubação nitrogenada de 20 kg N.ha⁻¹ no perfilhamento (cereais de inverno de duplo propósito). A forragem foi ensilada em silos de PVC de

aproximadamente 300 mm de comprimento e 100 mm de diâmetro com tampas. Uma prensa hidráulica de capacidade para 10 toneladas marca NEO PRH 810, cilindro de 200 mm de curso, com manômetro de controle de carregamento. Para a análise quantitativa da silagem (pH) foi usado potenciômetro da marca KASVI, na análise qualitativa sensorial da silagem se usou o método alemão, traduzido pela UFPR - Universidade Federal do Paraná. A ANOVA foi realizada pelo software livre Action 2.9.

O ensaio foi determinado e conduzido em quatro carregamentos (10, 20, 30 e 42 kN - quilo Newtons), posteriormente convertido nas tensões de ensaio em mega Pascal (MPa). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições.

Para o ensaio de carregamento, os materiais vegetais (trigos) foram cortados entre 7 a 10 cm de altura do solo, nos estádios de enchimento de grão para trigo BRS Pastoreio e enchimento de grão a massa mole para o trigo BRS Umbu. De onde foram retiradas duas amostras com 0,5 m², perfazendo 1m² para cada material, execução de pesagem, para determinação do rendimento de silagem e subamostras destas para determinação da massa seca (MS). No laboratório, os materiais foram secos em estufa 60 °C até peso constante, conforme a metodologia utilizada para determinação da massa seca (MS). O restante do material retirado da lavoura foi triturado em triturador forrageiro da marca TRAPP, deixando com partículas entre 2 a 5 cm de comprimento e logo após levado a prensagem. Os silos de PVC foram pesados com tampa e medidos para cálculo do volume e

determinação posterior das densidades para cada carga de ensaio nos dois genótipos de trigo (BRS Pastoreio e BRS Umbu).

Para confecção das silagens e análises já referidas, optou-se realizar quatro repetições para cada tensão de ensaio e cada material vegetal.

Os silos de PVC tiveram suas tampas inferiores coladas com cola de PVC, para não soltarem durante o carregamento, e colocados na base da prensa. Para cada enchimento de silo, em cada carga de ensaio e para cada repetição, o procedimento foi sempre o mesmo e descrito a seguir: Colocou-se camadas de 15 a 20 cm de material triturado dentro do silo; adaptou-se um cilindro de aço de 60 mm de altura e aproximadamente 2,5 polegadas de diâmetro (63,5 mm) para o aumento da área de compactação, visto que o diâmetro do cilindro da prensa é de uma polegada (25,4 mm) com curso de 200 mm e os mini silos de 100 mm de diâmetro, por aproximadamente 300 mm de altura. Também foi adaptada uma extensão para a haste do cilindro da prensa de igual diâmetro, tubo de aço este de 150 mm de comprimento. Todos estes colocados e removidos manualmente conforme a necessidade. Após a colocação do material no interior, procede-se à compactação do material até que o manômetro de carga indique no visor a leitura correspondente ao carregamento de ensaio. Ao chegar-se à carga de ensaio, retira-se a força aplicada. Coloca-se a próxima camada de material vegetal triturado e se procede novamente a compactação, até que o silo de PVC fique cheio. Tampa-se o silo e enrola-se com fita adesiva prendendo as duas extremidades das tampas, visto que o material vegetal acumula energia elástica, devolvendo-o as tampas e soltando-as. Fato verificado durante teste

antes da execução das silagens. Procedeu-se desta maneira para todas as repetições, em todas as cargas (forças de compactação) nos dois materiais ensaiados. Após a fermentação, procedeu-se a abertura dos silos, retirando cerca de 5 a 10 cm dos extremos, observando-se a presença de fungos ou bolores, usando-se a parte central para a realização das análises.

Na determinação da análise quantitativa por pH, usou-se o método de Silva & Queiroz (2006), onde são colocadas 9 g de silagem em um béquer e adicionado 60mL de água destilada. A leitura do pH é realizada três vezes consecutivas, após um repouso de 30 minutos, com agitação do frasco durante as leituras.

Na determinação da análise qualitativa, usou-se o método alemão adaptado para milho. O objetivo desta avaliação é estimar a qualidade da silagem com base no tipo de cultura e estágio de desenvolvimento. Relacionando-os com características sensoriais como odor, textura e cor da forragem conservada, atribuindo-se uma nota para cada item sensorial, conforme uma “chave” pré-determinada de identificação da qualidade. Sendo que ao final, em função da soma das notas, procede-se a nota final e atribui-se um conceito para a silagem.

Para análise estatística foi usado o teste de Tukey ao nível de 95% de confiança (tensão x perda; tensão x pH; tensão x densidade) e a regressão pelo software livre Action 2.9.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os materiais vegetais ensaiados foram desensilados após

um período de aproximadamente 5 meses (150 dias) para as análises. Os dois trigos BRS Umbu e BRS Pastoreio foram submetidos aos mesmos testes. A produção verde foi de 12,09 t.ha⁻¹ (BRS Pastoreio) e 12,16 (BRS Umbu), com teores de matéria seca de 38,68% e 44,25%, respectivamente. A interação altura de colheita e tamanho de partícula influencia o teor de MS (matéria seca) do painel do silo e o nível de compactação na base verde não afeta o nível de compactação na base seca. Ao avaliar silagens de milho com diferentes teores de umidade e níveis de compactação, Neumann et al. (2007) concluíram que silagens com teor de matéria seca (> 28%) e bem compactadas (> 650 kg.m⁻³ de MV) preservam maior quantidade de açúcares, que podem ser usados como fonte de energia por microrganismos ruminais, além de apresentarem menor relação FDN/CNF e serem mais digestíveis. Por outro lado, silagens mal compactadas (nível de compactação inferior a 300 kg.m⁻³ de MV) determinam maior atividade de enzimas proteolíticas, que transformam o nitrogênio proteico (NP) em formas de N não-proteico (NNP - peptídeos e aminoácidos livres), onde sequencialmente bactérias proteolíticas, via fermentação, transformam estes elementos em diversos ácidos orgânicos, CO₂, amônia e aminas, produtos associados à redução do consumo das silagens pelos animais (NEUMANN et al., 2007). As Tabelas 1 e 2, demonstram as relações encontradas.

Tabela 1 – Relação tensão (MPa) x densidade (kg.m⁻³), perda de biomassa (%) e pH para trigo BRS Umbu

Tensão(MPa)	Densidade (kg.m ³)	Perda (%)	pH
5,35	660,58a	4,44ns	4,33a
3,82	637,61a	3,42	4,19ab
1,27	550,67b	2,56	4,20ab
2,54	546,99b	3,28	4,29ab
Média	599,26	3,44	4,24
CV (%)	20	30,52	0,21

Média seguidas de mesma letra, na coluna, não difere significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05). ns = não significativo (p>0,05)

Tabela 2 – Relação tensão (MPa) x densidade (kg.m⁻³) perda de biomassa (%) e pH para trigo BRS Pastoreio

Tensão (MPa)	Densidade (kg.m ³)	Perda (%)	pH
5,35	713,29a	4,51ns	4,22b
3,82	709,73a	2,51	4,21b
2,54	678,22a	2,93	4,25b
1,27	588,13b	2,98	4,58a
Média	678,50	3,12	4,29
CV (%)	44,9	58,01	0,93

Média seguidas de mesma letra, na coluna, não difere significativamente pelo teste de Tukey (p>0,05). ns = não significativo (p>0,05)

Outro fenômeno que se salienta, devido ao extravasamento de líquido vegetal pela carga imposta, foi o de equilíbrio hidráulico (Princípio de Pascal) (FIALHO, 2002). Dependendo da quantidade de líquido no silo, ocorre equilíbrio entre a ação da carga no pistão da prensa e a força devolvida pelo líquido. Isto impede a compressão. O fenômeno foi maior nas cargas acima de 30 kN (quilo NEWTON). Os

valores das densidades nas quatro repetições não acompanharam uma linearidade com os valores de tensão imposta nos dois materiais vegetais, isto ocorreu pelo extravasamento do líquido celular. O que abria a possibilidade de se colocar mais material para ser compactado no interior do mini silo. Para o trigo BRS Pastoreio houve diferença significativa entre a densidade e tensão, para as comparações 3,82-1,27 MPa e 5,35-1,27 MPa. No trigo BRS Umbu a diferença foi nas comparações 5,35-1,27, 3,82-1,27, 3,82-2,54 e 5,35-2,54 MPa (tabela 1 e 2). A explicação para o fenômeno está na análise conjunta entre matéria seca e densidade: o trigo BRS Umbu, com conteúdo maior de matéria seca, produziu densidades que acompanharam uma tendência mais linear com a tensão imposta. Já este fenômeno não é observado no trigo BRS Pastoreio, que possuía menor conteúdo de matéria seca.

Borreani et al. (2008) testaram qualidade fermentativa, microbiológica e nutricional das silagens de sorgo e milho em silos horizontais, recomenda o mínimo de 225 kg.m^{-3} . A densidade mínima de silagem relacionada com a porosidade e massa seca deve ser de 700 kg.m^{-3} (porosidade de 40%) segundo Holmes & Muck (2008) utilizando tratores e testando vários parâmetros físicos e fórmulas matemáticas em silos horizontais. As conclusões desenvolvidas por Amaral et al. (2008) são de que as silagens de capim-marandu com maior grau de compactação tiveram sua estabilidade aeróbia mais prejudicada e maiores alterações em seu valor nutritivo, quando comparadas as silagens de menor densidade estudadas.

As perdas de efluente, decorrentes do período de silagem, foram quantificadas pela relação entre os pesos (verde – seco). A maior perda foi sob a tensão de 5,35 MPa (8,42% BRS Pastoreio) e

5,35% (BRS Umbu) também para mesma tensão. Não houve diferença significativa para perda e os carregamentos aplicados para os dois trigos estudados (tabelas 1 e 2). A compactação influencia diretamente a quantidade de efluente produzido. Quanto mais úmido o material vegetal, pior é esta situação. Outros fatores como profundidade e seção do silo também contribuem de forma indireta na produção de efluente (TAVARES, 2005). A compactação reduz perdas de superfície, mas em silos com tamanhos consideráveis (grandes silos) o autor relata que não houve nenhuma influência sobre a fermentação nas camadas inferiores da silagem (MACDONALD et al., 1991). A densidade da massa vegetal, no silo, é determinante da qualidade final da silagem, pois aliada ao teor de MS da forragem indica a porosidade do alimento, que condiciona a taxa de movimentação do ar e, conseqüentemente, o potencial de deterioração durante o armazenamento do silo, sendo que esta deve apresentar valor mínimo de 225 kg MS.m⁻³ para que se tenha silagem de qualidade satisfatória (AMARAL & BERNARDES, 2014). Avaliando a influência de diferentes densidades (97,4; 118,6; 139,2 e 164,1 kg MS.m⁻³), obtidas através da variação na pressão de compactação, em silagens de capim-Marandu, Amaral et al. (2007) encontraram que ao longo de 60 dias de armazenamento as perdas de MS foram de 16,9, 16,7, 6,8 e 5,6%, respectivamente, demonstrando os benefícios da maior densidade na redução de perdas.

Tratando-se de pH, as diferenças significativas apresentadas foram nas comparações entre o mesmo e a tensão (Tabelas 1 e 2). O trigo BRS Pastoreio apresentou diferença nas comparações entre as tensões (5,35, 3,82 e 2,54 MPa) e a mais baixa

(1,27 MPa), isto se deve ao fato de que com uma maior expulsão de ar e na medida em que ocorre o incremento de carga se produzem densidades maiores, que traduz num ambiente mais anaeróbio, propício à fermentação láctica, demonstrado pelos valores de pH mais baixos. A maioria das comparações de tensão e pH não apresentaram significância para trigo BRS Umu, podendo ser explicado por este ter sido colhido com maior teor de matéria seca que o trigo BRS Pastoreio, o que contribuiu para que o processo fermentativo fosse mais uniforme, gerando valores de pH mais próximos entre os tratamentos. MacDonald et al. (1991) ainda relatam que no processo de ensilagem, ao se originarem silos mal vedados e compactados, ocorrem perdas de MS e aumento da temperatura da silagem. Eles mesmos verificaram que em silos experimentais, com dois graus de compactação, revelou-se diferença nos valores de pH. Onde a melhor fermentação foi nos tratamentos com maior intensidade de compactação. Loures (2000), ao realizar trabalho com silagem de capim elefante, onde o material possuía de 13 a 23% de matéria seca, observou diferença nos valores de pH para as densidades estudadas de 350, 450, 550, 650 e 750 kg.m⁻³. Paris et al (2015), estudando a qualidade da silagem de aveia preta em diferentes estádios fenológicos, relatam que houve efeito de interação ($p < 0,05$) entre estágio e operação de emurchecimento nos fatores pH e teor de MS. Isto também explica a diferença de comportamento apresentado pelos trigos neste fator (pH).

4 CONCLUSÕES

As densidades obtidas para os dois trigos testados, apresentam certa relação (mas não direta) com a tensão: maiores cargas, maiores densidades. As tensões testadas resultaram em densidades que permitiram boa fermentação (baixo pH) e perdas mínimas de biomassa.

CAPÍTULO V

AValiação Sensorial de Silagem de Cereais de Inverno

CARLOS EUGÊNIO FORTES TEIXEIRA

RESUMO – A ensilagem tem como objetivo a conservação da forragem verde, com o mínimo de perdas, e que neste tipo de alimento não ocorra formação de componentes tóxicos para os animais. Aspectos práticos se tornam importantes, quando o controle “*in loco*” traduz o manejo praticado na propriedade. Existem diferentes técnicas de avaliação sensorial. O objetivo deste trabalho foi estudar a aplicabilidade do sistema alemão, agora utilizado na avaliação sensorial de cereais de inverno (silagem de trigo e aveia pré secada). Para a análise quantitativa da silagem (pH) foi usado potenciômetro da marca KASVI. Na determinação da análise qualitativa, usou-se o método alemão adaptado para milho e pré-secado e a qualidade da silagem com base no tipo de cultura e estágio de desenvolvimento, relacionando-os com características sensoriais, como odor, textura e cor da forragem conservada, atribuindo-se uma nota para cada item sensorial, conforme uma “chave” predeterminada de identificação da qualidade. Pelas comparações múltiplas para as tipologias de filme testadas nas silagens de aveia BRS Centauro, os resultados demonstram que os atributos sensoriais qualitativos avaliados sob nota corresponderam aos atributos quantitativos (pH) avaliados, não havendo diferença. Para as comparações múltiplas realizadas nas

silagens, para todas as cargas de ensaio, nos dois genótipos de trigo, os resultados demonstraram que não houve diferença entre a avaliação qualitativa (sensorial) e a quantitativa.

Palavras-chave: Ensilagem, pré secagem, qualidade.

SENSORY EVALUATION OF WINTER CEREAL SILAGE

ABSTRACT – Silage is aimed at conservation of green fodder, with minimal losses and that this kind of food, does not occur formation of toxic compounds for animals. Practical aspects become important when control "*in loco*", reflects management practiced in the property. There are different sensory evaluation techniques. The objective of this work was to study the applicability of the German system, now used in sensory evaluation of winter cereals (wheat and silage pre dried oats). For quantitative analysis of silage (pH) was used phagâmetro of Kasvi brand. In determining the qualitative analysis was used German method adapted to corn and pre dried. The purpose of this evaluation is to estimate the quality of silage based on the type of culture and stage of development. Relating them to sensory characteristics such as smell, texture and color of the fodder saved by assigning a score to each sensory item as a "key" predetermined, quality identification. For multiple comparisons for film types tested in oat silages BRS Centauro, the results show that the qualitative sensory attributes evaluated by rating corresponded to the quantitative attributes (pH) evaluated, with no difference. For multiple comparisons in the silages, for all test loads in both wheat genotypes

results showed no difference between the qualitative evaluation (sensory) and qualitative.

Key words: Ensiling, pre drying, quality.

1 INTRODUÇÃO

A ensilagem tem como objetivo a conservação da forragem verde, com o mínimo de perdas, e que neste tipo de alimento não ocorra formação de componentes tóxicos para os animais (FREIXIAL & ALPENDRE, 2013). Para que a silagem tenha qualidade final bastante satisfatória, é necessário que na propriedade se conheça os fatores mais importantes que este volumoso apresenta para o seu uso.

Neumann (2009) explica que para obter silagens de alta qualidade de milho, as indicações dos híbridos geralmente se dão pela capacidade potencial produtiva de massa seca por área ($MS.ha^{-1}$) e das características químico-bromatológicas da silagem final. Entretanto, estes fatores não levam em conta o processo de ensilagem ou a resposta animal.

Existem critérios técnicos para a silagem de milho, no qual podem ser utilizados para ranquear o alimento de maneira prática e simples. Entretanto, ressalta-se que a avaliação da composição química se torna importante na avaliação de silagens. Isto é particularmente interessante quando o objetivo é realizar o cálculo da dieta que será fornecida aos animais.

Aspectos práticos se tornam importantes quando o controle “*in loco*” traduz o manejo praticado na propriedade.

A visualização geral da silagem faz surgir alguns questionamentos: existe camada deteriorada? Este alimento será ofertado a quem? Silagem deteriorada deve ser descartada? Poderá haver redução no desempenho ou até mesmo intoxicação?

Existem algumas estratégias práticas que auxiliam técnicos e produtores no controle do processo de desensilagem.

A verificação da temperatura na massa (termômetros imersos, termometria por LASER ou infravermelho) pode ser realizada semelhante ao controle de aeração de grãos armazenados, onde o painel com temperaturas elevadas (superiores a 5 graus Celsius em relação ao centro da massa) podem ser indicativo de se estar em processo de deterioração.

Avaliar o tamanho médio das partículas auxilia na verificação de como anda a afiação das facas das máquinas colhedoras, colaborando para melhor compactação no silo e elevando a densidade da massa. Para isto, existe o conjunto de peneiras Penn State, que pode ser encontrado no mercado nacional.

Por fim, a determinação da matéria seca (MS) na propriedade pode ser realizada com nível de confiança satisfatório. Para a realização da mesma é necessário ter um forno microondas e uma balança de precisão.

Existem boas correlações quando se empregam técnicas de análise *in vitro* e *in vivo*, mas não há exatidão de dados, devido as variações laboratoriais, amostragem, animal, manejo e dieta.

O NIRs, espectroscopia por infravermelho proximal, é

uma técnica que permite estimativas químico-bromatológicas e de digestibilidade *in vitro*.

Ao realizar avaliação de estabilidade aeróbia em silagens de milho, com coletas de temperatura por termografia em infravermelho três vezes ao dia durante um período de 148 horas, Junges (2010) encontrou moderada correlação (0,55; 0,54 e 0,46) para as variáveis IMAX (temperatura máxima obtida na termografia em infravermelho), IMED (temperatura média obtida na termografia em infravermelho) e IMIN (temperatura mínima obtida na termografia em infravermelho). Conclui o autor que o uso da termografia em infravermelho, em avaliações de estabilidade aeróbia de silagens, deve ser melhor pesquisado e avaliado. Sendo que não deva ser substituído aos dados obtidos por temperatura de contato.

Ao avaliar quimicamente a silagem de 25 híbridos de sorgo, Araujo (2006) relata que as silagens não apresentaram diferenças significativas quanto aos valores de pH, fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), hemiceluloses, celulose, DIVMS (digestibilidade *in vitro* da matéria seca) e ácidos orgânicos.

Jobim et al. (2007) descrevem a utilização, a relevância e as metodologias empregadas nos estudos de qualidade de forragens conservadas (silagens), existindo a busca constante para desenvolvimento de metodologias e aperfeiçoamento das já existentes. Estes autores relatam que pesquisadores brasileiros demandam pelo uso de novas metodologias na avaliação de silagens, objetivando avaliar variáveis até então consideradas de pouca importância.

O termo qualidade da silagem muitas vezes está relacionado com as características químico-bromatológicas da

forragem conservada. Várias podem ser as perdas oriundas do processo fermentativo. Dentre as visíveis, destaca-se a presença de bolores, o escurecimento do produto ensilado e o efluente produzido. As perdas invisíveis são as oriundas de compostos voláteis, como metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e dióxido de carbono (CO₂), denominados perda por gases. As avaliações baseadas nos sentidos humanos, como visão, olfato e tato, são importantes, tanto quanto avaliações químicas e bromatológicas. As avaliações sensoriais contribuem na caracterização de como ocorreu o processo fermentativo, servindo também de indicação da qualidade nutricional, aspectos sanitários e presença de agentes estranhos à silagem (JUNGES, 2011).

Existem diferentes técnicas de avaliação sensorial. Pesquisadores da EMBRAPA desenvolveram uma chave, baseada em pontuação imputada as características físico-químicas, como pH, teores de nitrogênio amoniacal e conteúdos dos ácidos orgânicos. Para que posteriormente se conceitue a qualidade do processo fermentativo (muito bom, bom, regular, etc.) (TOMICICH et al., 2003). Da mesma forma, conceitos de bom ao pior relacionados a parâmetros fermentativos (pH, PB, DMS) foram desenvolvidos no Reino Unido (UK - Inglaterra), para qualidade de feno e silagens utilizadas na alimentação de bovinos de corte e ovinos (GENEVER, 2015). Junges (2011), na Universidade Federal do Paraná (UFPR), adaptou para a análise de silagem de milho, feno e silagem pré-secada de capim, um sistema alemão de análises sensoriais.

O sistema *Grobfutterbewertung: Teil A – DLG-Schlüssel zur Bewertung von Grünfütter, Silage und Heu mit Hilfe der*

Sinnenprüfung (avaliação de volumosos revisada Parte A - chave DLG - avaliação de forragem, silagem e feno, por meio de testes sensoriais) é um sistema alemão de análises bastante complexo, composto de metodologias de identificação por chaves. Ao ser analisado os atributos sensoriais, como a cor, a textura e o cheiro do produto fermentado, posteriormente é estabelecido um conceito (ruim, regular, bom, muito bom, etc.) à forragem conservada (JUNGES, 2011).

O objetivo deste trabalho foi determinar a aplicabilidade do sistema alemão na avaliação sensorial de cereais de inverno (silagem de trigo e aveia emurcheçada).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o ensaio sobre silagem foram utilizados dois trigos: BRS Pastoreio e o trigo BRS Umbu, provenientes de 0,25 ha semeados na Embrapa Trigo. Da mesma forma, para pré-secado foi utilizada a aveia preta BRS Centauro. Os filmes plásticos utilizados para os pré-secados foram adquiridos em casas do comércio com as seguintes características: Polietileno de baixa densidade-PEBD de 130 μm (micra) de espessura, em duas cores amarela e branca, lona de Poliéster de 300 μm (micra) de espessura, na cor branca, e lona poliéster/vinil de 370 μm (micra) de espessura, na cor branca. Silos de PVC de aproximadamente 300 mm de comprimento e 100 mm de diâmetro com tampas. Uma prensa hidráulica de capacidade para 10 toneladas marca NEO PRH 810, cilindro de 200 mm de curso, com manômetro de controle de carregamento. Para a análise quantitativa da

silagem (pH) foi usado potenciômetro da marca KASVI. Na determinação da análise qualitativa, usou-se o método alemão adaptado para milho e pré-secado. O objetivo desta avaliação é estimar a qualidade da silagens, relacionando características sensoriais, como odor, textura e cor da forragem conservada, atribuindo-se uma nota para cada item sensorial, conforme uma “chave” predeterminada de identificação da qualidade, sendo que ao final, em função da soma das notas, procede-se a nota final e atribui-se um conceito para a silagem.

O ensaio de compactação foi determinado e conduzido em quatro carregamentos (10, 20, 30 e 42 kN - quilo NEWTON) para trigo BRS Pastoreio e para o trigo BRS Umbu. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições para silagens e blocos casualizados com seis repetições para os mini fardos pré-secados, sob carregamento de uma tonelada. O material retirado da lavoura (os trigos) foi triturado em triturador forrageiro da marca TRAPP, deixando-os com partículas entre 20 a 50mm de comprimento e logo após levados à prensagem. A aveia, cortada pré-seca, em 48 horas, foi embalada (enfardada nos filmes plásticos) sem trituração. A ANOVA foi realizada pelo software livre Action 2.9.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise qualitativa e sensorial dos pré-secados foi usado o método alemão adaptado para pré-secados (ácido butírico, ácido acético, aquecimento, levedura, fungo, coloração marrom,

coloração amarelada, outras observações, textura, pH), demonstrados na Tabela 1 e Anexo 1, onde o pH tabelado foi determinado pelo uso do pHagamêtro e posteriormente convertido em nota (JUNGES, 2011) (Anexo 1). Os fenos-silagem oscilaram na classificação de ruim a muito bom. Estes resultados observados podem ser traduzidos por algumas razões: houve retenção de umidade entre o plástico e o fardo, o que foi visivelmente comprovado na abertura dos mesmos, causando fermentações de diferentes naturezas.

A espessura e o tipo de filme configuraram propriedades de barreira diferentes, colaboram também para o ocorrido (130, 300 e 370 μm). Embora não se tenha realizado análise química dos ácidos nas fermentações, pode-se dizer que, usando esta metodologia anteriormente citada (JUNGES, 2011), chegou-se que: pelo menos 2 fardos apresentaram cheiro de ácido butírico; e, a maioria deles apresentou levemente cheiro de ácido acético (notas mais altas para este componente) (anexo 1). Isto, segundo alguns autores, é explicado devido as bactérias anaeróbias, na fase 2, do processo de fermentação; transformam açúcares vegetais em ácidos orgânicos, alcoóis, dióxido de carbono e compostos nitrogenados. Os ácidos orgânicos produzidos começam a reduzir o pH, de cerca 6 para 5. Se o pH da silagem começa a cair lentamente e a concentração de umidade é elevada, podem crescer bactérias de origem clostridiana. Estas bactérias degradam açúcares e convertem o ácido láctico para ácido butírico, liberando fortes odores (ADESOGAN & NEUMANN, 2014). Nenhum apresentou aquecimento ou levedura. Houve presença de fungos em pelo menos seis mini-fardos, detectado nas extremidades de fechamento. Houve alteração na coloração marrom e amarelada em

apenas dois, com nota 1, ou seja, leve, e dois fardos foram condenados ou mal avaliados. O marrom representa o aquecimento durante o armazenamento ou exposição aeróbia, apresentando baixa digestibilidade (KAISER & PILTZ, 2004). A textura sofreu variação maior (nota 1, o restante foi zero) em três filmes de poliéster/vinil, acredita-se que pela presença de umidade e fermentação (neste caso, acética) (Anexo 1) (JUNGES, 2011). O leve cheiro de vinagre representa as situações em que ocorreram piores fermentações, dominadas por bactérias acéticas, com provável diminuição da ingestão pelos animais (KAISER & PILTZ, 2004; JUNGES, 2011). McCalman et al. (2012) estabeleceram algumas relações de qualidade fermentativa sensorial com aspectos operacionais da ensilagem e desensilagem: silagens consideradas “boas” não possuem cheiro forte e são fáceis de serem desensiladas, devido a boa fermentação láctica. Silagens “pobres”, ditas “butíricas”, possuem cheiro “ofensivo”, muitas vezes devido ao teor da matéria seca ser inferior a 30% e baixo nível de açúcares. As silagens chamadas de “Amoniacais”, na categoria de “pobres”, foram caracterizadas por eles com alta amônia, causada por degradação de proteínas, queda de pH lenta ou fermentação de *Clostridium*, originadas de silagens mal compactadas, tendendo a ter alta amônia. As silagens “pobres” de origem acética apresentaram cheiro de vinagre e, ainda, características como: silagem extremamente úmida (abaixo de 25% MS), fermentação lenta (devido à elevada capacidade tampão), mal vedadas, enchimento do silo realizado na maioria dos casos de forma lenta e os altos níveis de ácido acético ocasionaram elevadas perdas. As “pobres”, classificadas como etanólicas, apresentaram cheiro “doce”, indicativo de

fermentação por leveduras, elevadas perdas e riscos secundários, quando exposta ao ar. As classificadas como “superaquecidas” apresentaram cheiro caramelo/tabaco, silagens muito secas fisicamente de ingestão razoável, mas com os animais apresentando baixo desempenho. Por fim, as classificadas como silagens “mofadas” foram resultado de enchimento lento, silagem mal compactada ou vedada, ou mesmo deficiente envelopamento no uso do filme plástico para pré-secados. Pelo critério de Junges (2011), atribui-se notas mais altas aos fardos de PEBD, com presença visual nas extremidades por fungos (Anexo 1).

Finalizando a análise qualitativa, aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis (Tabela 1). A nota final foi atribuída conforme o método e o conceito até então atribuído ao feno-silagem (JUNGES, 2011). O resultado demonstrou que não há diferença significativa entre as notas e os seus respectivos conceitos (Ruim, Regular, Bom e Muito Bom). Sinalizando que a análise qualitativa realmente foi feita adequadamente.

Tabela 1 – Comparações múltiplas para análise sensorial + valor de pH, nas silagens pré-secadas de aveia preta BRS Centauro (teste de Kruskal-Wallis)

Fatores Comparados	Diferença Observada	Diferença Crítica	Diferença
PEBD – Poliéster	4,20	6,46	Não
PEBD – Poliéster/Vinil	0,41	6,46	Não
Poliéster – Poliéster/Vinil	4,625	7,08	Não

Na análise sensorial, para os trigos sob compactação, utilizando o método alemão adaptado da silagem de milho, nos três atributos verificados (cor, textura e odor), apenas houve atribuição de nota 1 (odor levemente alcoólico ou ácido, textura levemente atacada - pegajosa ao tato, e muito pouca mudança na cor - cor da cultura) (JUNGES, 2011), para as cargas baixas de 10 kN. A classificação das silagens dos dois trigos foi de muito bom e bom, não havendo classificação regular e pior. Mostrou-se que os atributos qualitativos (análise sensorial) da silagem, acompanharam o atributo quantitativo analisado neste experimento (pH). Os dados estão demonstrados nas Tabelas 2 e 3, Figuras 2 e 3 e Anexos 2 e 3. Os gráficos de efeitos representam a aplicação do teste de Kruskal-Wallis sobre as notas finais obtidas da avaliação sensorial, para os cargas impostas aos genótipos de trigo. A cor zero (0) representa a cor verde intensa da cultura após a desensilagem e a cor um (1) (no Anexo 2 e 3) representa leve alteração de tonalidade. Odor zero (0) indica cheiro “adocicado”, já odor um (1) indica leve cheiro acético. Texturas de nota zero (0) indicam textura firme e defácil destaque nas mãos e texturas um (1) muito pouca alteração ao tato. Após a soma destes três componentes é atribuída uma nota que, posteriormente, se traduz em conceito (quanto mais baixa a nota melhor é o conceito atribuído a silagem) (JUNGES, 2011). Para as notas finais observadas e os conceitos nos anexos 2 e 3, o pH, no caso de silagens, não foi convertido em nota. Conforme a metodologia alemã (JUNGES, 2011), não se faz necessário que este atributo seja convertido em nota, como é o caso dos pré-secados.

Tabela 2 – Comparações múltiplas pelo teste de Kruskal-Wallis para nota da avaliação sensorial na fermentação de silagem de trigo BRS Umbu

Fatores Comparados	Diferença Observada	Diferença Crítica	Diferença
10 kN - 20 kN	4,87	11,74	Não
10 kN - 30 kN	6,37	11,74	Não
10 kN - 42 kN	10,12	11,74	Não
20 kN - 30 kN	1,50	11,74	Não
20 kN - 42 kN	5,25	11,74	Não
30 kN - 42 kN	3,75	11,74	Não
Fatores	Limite Inferior	Efeito	Limite Superior
10 kN	2,06	2,75	3,43
20 kN	1,31	2	2,68
30 kN	1,06	1,75	2,43
42 kN	0,56	1,25	1,93

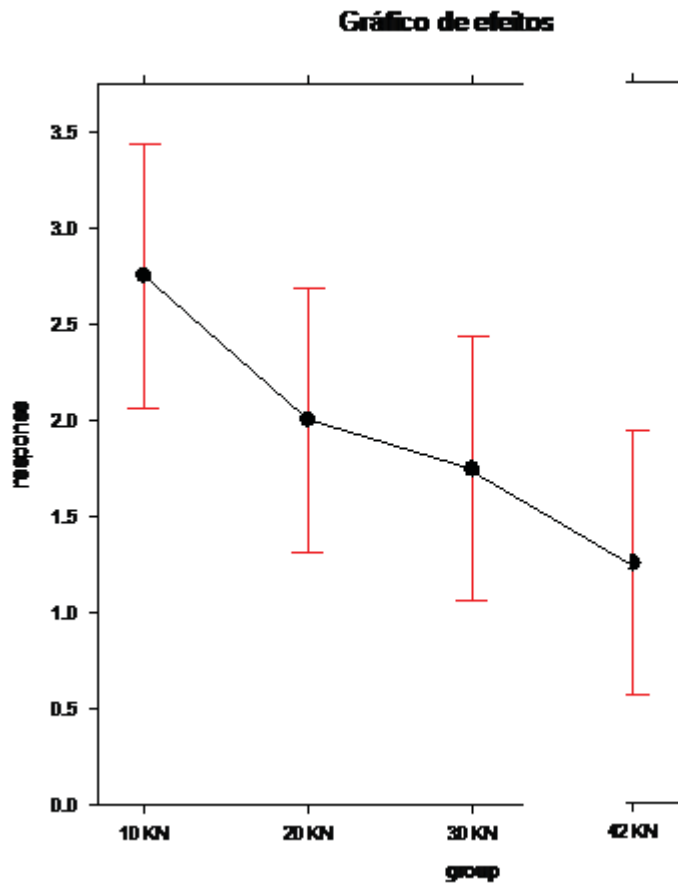


Figura 1 – Relação entre a nota da avaliação sensorial x efeito da carga (kN) na fermentação da silagem de trigo BRS Umbu.

Tabela 3 – Comparações múltiplas pelo teste de Kruskal-Wallis para nota da avaliação sensorial na fermentação de silagem de trigo BRS Pastoreio.

Fatores Comparados	Diferença Observada	Diferença Crítica	Diferença
10 kN - 20 kN	1,5	11,74	Não
10 kN - 30 kN	0,12	11,74	Não
10 kN - 42 kN	9,37	11,74	Não
20 kN - 30 kN	1,37	11,74	Não
20 kN - 42 kN	10,87	11,74	Não
30 kN - 42 kN	9,5	11,74	Não
Fatores	Limite Inferior	Efeito	Limite Superior
10 kN	1,20	2	2,79
20 kN	1,45	2,25	3,04
30 kN	1,20	2	2,79
42 kN	-0,54	0,25	1,04

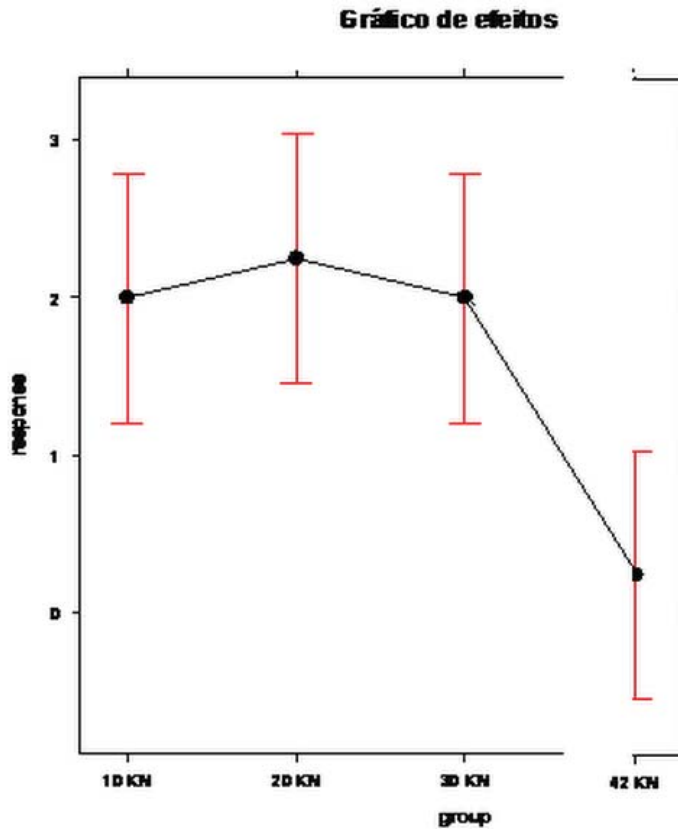


Figura 2 - Relação entre a nota da avaliação sensorial x efeito da carga (kN) na fermentação da silagem trigo BRS Pastoreio

4 CONCLUSÕES

O método alemão se demonstrou robusto para análise sensorial de silagens de cereais de inverno. Os resultados demonstram que os atributos sensoriais qualitativos avaliados sob nota, corresponderam aos atributos quantitativos (pH) avaliados. Para as comparações múltiplas realizadas nas silagens, para todas as cargas de ensaio aplicável aos trigos e demais cereais de inverno testados, os

resultados demonstraram que não há diferença entre a avaliação qualitativa (sensorial) e a quantitativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se, de forma geral, que cereais de inverno cortados em diferentes alturas de resteva 10 e 20 cm apresentaram queda no rendimento de matéria seca ensilável. A aveia e o centeio foram os que apresentaram maiores rendimentos de matéria seca ensilável. As cevadas BRS Aliensa e BRS Marciana apresentaram os menores teores de FDA e FDN nas duas alturas de resteva. Todos os genótipos apresentaram semelhanças em seus teores de PB. As silagens não apresentaram diferença na PB para as alturas de resteva testadas. As piores silagens em relação a digestibilidade foram a aveia e o centeio. As silagens de cevada apresentaram os menores valores para pH. As densidades foram bastante variáveis nos mini-silos compactados a mão. Os materiais genéticos apresentaram uma leve correlação negativa para densidade x MS, ou seja, quanto menor o teor de MS do material a ser ensilado, maior era o valor da densidade resultante. Na análise da estabilidade aeróbia de pré-secados de aveia, os filmes de poliéster apresentaram melhor desempenho que os de polietileno. Em relação à análise sensorial, percebe-se que maiores espessuras e filmes com melhores propriedades de barreira contribuem para fermentações mais acéticas e propiônicas do que láticas. Em virtude disto, nos filmes de polietileno, os teores de PB foram mais preservados que nos outros tipos e espessuras de filmes estudados. Nos ensaios de carregamento para os trigos, há tendência que nas maiores densidades o pH seja mais baixo, apresente maiores perdas e os atributos sensoriais (cor, textura, cheiro) sejam os melhores. Isto se deve pela redução do espaço poroso que proporciona uma melhor

colonização por bactérias homoláticas e heteroláticas. Os ensaios estáticos devem ser conduzidos com cuidado, devido ao rompimento celular que acarreta em extravasamento de líquido que pode interromper a distribuição do carregamento e originar perdas. Os ensaios de estabilidade aeróbia devem ser analisados por métodos não paramétricos. 100% dos trabalhos analisam fatores ligados à estabilidade aeróbia, como temperatura, colonização bacteriana, ácidos produzidos no processo, etc. e “inferem” sobre esta por dados paramétricos, tempo de conservação ou de possível durabilidade no ambiente após aberto o silo ou fardo. Isto não pode ser levado em conta, pois “cada caso é um caso”, como pode ficar claro através de leituras a respeito de estatística não-paramétrica e sua utilização em diferentes campos da engenharia. Pesquisas de qualidade sensorial também não devem ser interpretadas sob a ótica da pesquisa quantitativa. São de natureza distinta, embora algumas vezes possa ser inferida alguma relação entre um dado quantitativo (exemplo: pH) e um qualitativo sensorial (exemplo: cheiro, textura, cor). Os resultados das análises sensoriais realizadas nos ensaios de pré-secado e de carregamento sobre silagens, pelo método proposto, na sua maioria, estava de acordo com os resultados quantitativos balizadores do experimento. Fortalecendo, as análises sensoriais, podem contribuir para pesquisas de qualidade do alimento fornecido aos animais.

Apêndice 1 - Resumo de dados quantitativos e qualitativos das análises para pré-secado de aveia preta BRS Centauro.

Material	Esp fábrica (µm)	Número camadas	Densidade (kg.m ³)	Tempo para estabilidade (aeróbia)(h)	pH	Ac. Butírico	Ac. Acético	Aquecimento	Levedura	Fungo	Cor marrom	Cor amarelada	Outra obs	Textura	pH(nota)	Total ponto com pH	Nota	Conc final
PEBD-Polietileno de baixa dens	130	2	392,69	62	4,5	0	0,66	0	0	2,6	0,3	0,33	0	0,3	1	5,1	3	Regular
Poliester	300	2	437,13	90	5	1	1,5	0	0	0	0	0	0	0,5	1,7	8	3	Regular
Poliéster/Vinil	370	2	501,21	124	4,7	0	1	0	0	1,5	0	0,5	0	0,7	1	4,7	2	Bom

Apêndice 2 – Avaliação quali-quantitativa para silagem de trigo BRS
Pastoreio em ensaio de compactação.

Carga (kN)	Rep	pH	Odor	Textura	Cor	Nota final	Conceito
10 kN	1	4,55	0	1	1	2	Bom
10 kN	2	4,7	1	1	1	3	Bom
10 kN	3	4,6	0	1	1	2	Bom
10 kN	4	4,5	0	0	1	1	Muito bom
20 kN	1	4,29	1	1	1	3	Bom
20 kN	2	4,18	0	1	1	2	Bom
20 kN	3	4,29	0	0	1	1	Muito bom
20 kN	4	4,27	1	1	1	3	Bom
30 kN	1	4,32	0	1	1	2	Bom
30 kN	2	4,15	0	1	1	2	Bom
30 kN	3	4,18	0	1	1	2	Bom
30 kN	4	4,21	1	0	1	2	Bom
42 kN	1	4,24	0	0	0	0	Muito bom
42 kN	2	4,22	0	0	0	0	Muito bom
42 kN	3	4,23	1	0	0	1	Muito bom
42 kN	4	4,19	0	0	0	0	Muito bom

Apêndice 3 – Avaliação quali-quantitativa de silagem trigo BRS
Umbu em ensaio de compactação.

Carga (kN)	Rep	pH	Odor	Textura	Cor	Nota final	Conceito
10 kN	1	4,32	1	1	1	3	Bom
10 kN	2	4,3	1	1	1	3	Bom
10 kN	3	4,35	1	1	1	3	Bom
10 kN	4	4,23	0	1	1	2	Bom
20 kN	1	4,4	0	0	1	1	Muito bom
20 kN	2	4,23	1	0	1	2	Bom
20 kN	3	4,38	1	1	1	3	Bom
20 kN	4	4,18	0	1	1	2	Bom
30 kN	1	4,26	1	0	1	2	Bom
30 kN	2	4,34	1	0	1	2	Bom
30 kN	3	4,08	0	0	1	1	Muito bom
30 kN	4	4,1	0	0	2	2	Bom
42 kN	1	4,29	1	0	0	1	Muito bom
42 kN	2	4,24	0	0	1	1	Muito bom
42 kN	3	4,47	1	0	1	2	Bom
42 kN	4	4,33	0	0	1	1	Muito bom

REFERÊNCIAS

ADESOGAN, A. T.; NEWMAN, Y. C. *Silage Harvesting, Storing, and Feeding*. Agronomy Department, UF/IFAS Extension. Document SS-AGR-177. EUA, 2014. 7 p.

ADESOJI, A. T.; OGUNJOBI, A. A.; FAGADE, O.E.; BABAYEMI, O. J. Effect of *Lactobacillus plantarum* Starter Culture on the Microbial Succession, Chemical Composition, Aerobic Stability and Acceptability by Ruminant of Fermented *Panicum maximum* Grass. *Australian Journal Tecnology*, Sidney, v. 14, n.1, p. 11-24, 2010.

AGROCERES™. *Guia de campo: sementes AGROCERES milho e sorgo silagem*. 2013. 26p. Disponível em: <<http://www.sementesagroceres.com.br/pages/BaixarArquivo.aspx?i=manualSilagem.pdf&t=pdf>> Acesso em: 12 jan. 2014.

AGUINAGA, A. A. Q.; CARVALHO, P. C. de F.; ANGHINONI, I.; PILAU, A.; AGUINAGA, A. J. Q.; GIANLUPPI, G. D. F. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1523-1530, 2008.

AHMED, I. R.; YOUSRY, A. W. *Tribological chapter 9 Properties of Polyester Composites: Effect of Vegetable Oils and Polymer Fibers in Polyester* Edited by Hosam El-Din M. Saleh, 2013, 432 p. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5772/2748>>

ALVES, A.; MARINHO, C.; ABREU, V.; BARROS, K. M. *Boletim setorial do agronegócio - Bovinocultura leiteira*. Recife: SEBRAE, 2010. 28 p.

AMARAL, R. C. do; BERNARDES, T. F.; NUSSIO, L. G. Estratégias de Vedação de Silos - Efeitos Sobre o Desempenho Animal. *Milk Point*. 2012. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/conservacao-de-forragens/estrategias-de-vedacao-de-silos-efeitos-sobre-o-desempenho-animal-72063n.aspx>> Acesso em: dez. 2015.

AMARAL, R. C do; BERNARDES, T. F. *Ensilagem*: Qual deve ser o peso do equipamento durante a compactação da massa. [Artigo Científico] (2009) Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/conservacao-de-forragens/ensilagem>> Acesso em: 18 fev. 2014.

AMARAL, R. C. do; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v. 37, n. 6, p. 977-983, 2008

AMARAL, R. C do; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v. 36, n. 3, p. 532-539, 2007.

ARAUJO, V. L. de. *Características agronômicas e avaliação de silagens de 25 híbridos de sorgo*. 2006. 80f. Tese (doutorado em Medicina Veterinária). Escola de veterinária-depto de zootecnia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 2006.

ARBOLEDA, E. C.; MEJÍA, G. A. I.; LÓPEZ, B.L.O. Poly (Vinylalcohol-Co-Ethylene) Biodegradation on Semi Solid Fermentation by *Phanerochaete chrysosporium*. *Acta Farm. Bonaerense*, Medellín, v. 23, n. 2, p. 123-128, 2004.

ATIS, I.; KONUSKAN, O.; DURU, M.; GOZUBENLI, H.; YILMAZ, S. Effect of Harvesting time on yield, composition and forage quality of some forage sorghum cultivars. *International Journal of Agricultural Biology*, Faisalabad, v. 14, p. 879-886, 2012.

AZEREDO, H. M. C. de; FARIA, J. de A. F.; BRITO, E. S. de. Capítulo 7. In: AZEREDO, H. M. C. de. *Fundamentos de estabilidade de alimentos*. Embalagens e suas interações com os alimentos. Editora Técnica. 2ª ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 328 p.

BARBATO, R. L. A.; OLIVEIRA, M. B. Estruturas de membrana: estado-da-arte e tendências do desenvolvimento. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE TENSO-ESTRUTURAS, 1, 2002, São Paulo. *Anais...* São Paulo, SP: EPUSP/FAU, 2002.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. *Equipamentos Agrícolas de Colheita, Enfardamento e Transporte*. Escola de ciências e tecnologia. Évora-Portugal: Departamento de Fitotecnia, 2012. 32 p.

BAXLEY, B. L. *A Literature Review on Corn Silage Management*. In: Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Bachelor of Science. California Polytechnic State University, San Luis Obispo, March, 2013. 56 p.

BERCHIELI, T. T.; GARCIA, A., V.; OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Eds). *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal. Funep, 2006. 402 p.

BERNARDES, T. F.; NUSSIO, L. G.; AMARAL, R. C. do. Top spoilage losses in maize silage sealed with plastic films with different permeabilities to oxygen. *Grass and Forage Science*, Oxford, v. 67, n. 1, p. 34-42, 2012.

BERNARDES, T. F. *Controle da deterioração aeróbia de silagens*. 2006. 116 f. Tese (Doutorado em Ciências). Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias. USP. São Paulo. 2006.

BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. Importância do planejamento na produção e uso da silagem. In: EVANGELISTA, A. R.; AMARAL, P. N. C.; PADOVANI, R. F. (Eds.). *Forragicultura e pastagens: temas em evidência*. 5.ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, p. 121-176. 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*, Oxford, v. 1, n.108, p. 1-8, 2011.

BISPO, Á. W. *Qualidade de silagens de milho confeccionadas com diferentes filmes de vedação e desempenho produtivo de vacas em lactação*. 2013. 105 fl . Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola superior de agricultura “Luis de Queiroz”. Piracicaba. 2013.

BOLLER, W. Máquinas para colheita e conservação de forragens. In: In: FONTANELI, R. S. FONTANELI, R. S. SANTOS, H. P. dos. (Eds). *Forrageiras para Integração lavoura-pecuária-floresta no sul do Brasil*. 2ª ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. p.367-434.

BOLSEN, K. K.; ASHBELL, G.; WEINBERG, Z. G. Silage fermentation and silage additives – Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Gwanak-gu, v. 9, n. 5, p. 483-494, 1996.

BORREANI, G.; BERNARDES, T. F.; TABACCO, E. Aerobic deterioration influences the fermentative, microbiological and nutritional quality of maize and sorghum silages on farm in high quality milk and cheese production chains. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v. 37, p. 68-77, 2008.

CAIERÃO, E.; NASCIMENTO Jr., A. do; SCHEREN, P. L. Escolha das cultivares de cereais de inverno. In: SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T. *Sistema de produção de cereais de inverno, sob plantio direto no sul do Brasil*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010. p.75-116. Embrapa Trigo - Livros técnicos (INFOTECA-E). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>> Acesso em: 12 mai. 2013.

CAI, Y. M.; KUMAI, S. The proportion of lactate isomers in farm silage and the influence of inoculation with lactic acid bacteria on the proportion of L-lactate in silage. *Japan Journal Zootech Science*, Tokyo, v. 65, p. 788-795, 1994.

CALIXTO JUNIOR, M.; JOBIM, C. C.; CECATO, U.; SANTOS, G. T.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H. Curva de desidratação e composição químico-bromatológica do feno de grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) em função do teor de umidade no enfardamento. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2411-2422, 2012.

CASTRO, F. G. F.; NUSSIO, L. G.; HADDAD, C. M.; CAMPOS, F. P. de; COELHO, R. M.; MARI, L. J.; TOLEDO, P. de A. Perfil microbiológico, parâmetros físicos e estabilidade aeróbia de silagens de capim-tifton 85 (*Cynodon* sp.) confeccionadas com distintas

concentrações de matéria seca e aplicação de aditivos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v. 35, n.2, p. 358-371, 2006.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Perspectivas para a agropecuária*. v.2. Brasília: CONAB, 2014. 158 p.

COSKUN, B.; KELES, G.; INAL, F.; ALATAS, S.; ATES, S. Dry matter production and nutritive value of cereal species harvested at boot or dough stage of maturity. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, Oxford, v. 52, 2014. p 85-89.

COUTINHO, F. M. B.; MELLO, I. L.; SANTA MARIA, L. C. de. Polietileno: Principais Tipos, Propriedades e Aplicações. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, São Carlos, v. 13, n. 1, p. 1-13, 2003.

CRIPPA, A. *Estudo do desempenho de filmes multicamadas em embalagens termoformadas*. 2006. 151f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.

DAVIES, B.L. Assessing the economics of silage production- chapter 11. Eds: KAISER, A. G.; PILTZ, J. W.; BURNS, H. M.; GRIFFITHS, N. W. Feeding silage to dairy cows. In: *Top fodder successful silage*. 2 ed. Orange. p. 279-303, 2004.

DICKMANN, L. Manejo da adubação fosfatada da aveia preta e do consórcio milho/capim marandu com inoculação por *Azospirillum brasilense* em sistema plantio direto. 2015. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Engenharia – UNESP – Campus de Ilha Solteira. 2015.

DOMINGUES, L. J. Uso de volumosos conservados na alimentação de equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, p. 259-269, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Centeio*. Disponível em: <www.cnpt.embrapa.br/culturas> Acesso em: 10 abr. 2013a.

MPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *A cultura do triticale*. Disponível em: <www.cnpt.embrapa.br/culturas> Acesso em: 24 abr. 2013b.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Trigo-BRS-Umbu*. Disponível em: <<http://www.catalogosnt.cnptia.embrapa.br/catalogo20>> Acesso em: 29 abr. 2015.

FALOLA, O. O.; ALASA, M. C.; BABAYEMI, O. J. Assessment of silage quality and forage acceptability of vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides* L. Roberty) Ensiled with Cassava Peels by Wad Goat. *Pakistan Journal of Nutrition*, Peshar, v.12, n.6, p. 529-533, 2013.

FARIAS, G. D.; FLUCK, A. C.; COSTA, O. A. D.; FIOREZE, V. I.; ROSA, P. P. da; SCHAFHÄUSER JÚNIOR, J. Efeito de diferentes tempos de emurchecimento nos teores de fibra, lignina e proteína bruta da silagem de azevém (*Lolium multiflorum*, LAM.) no estágio vegetativo. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA; XV ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2013, Pelotas. *Anais...* Pelotas: UFPel, 2013.

FEDERIZI, L. C.; ALMEIDA, J. L.; DE MORI, C.; LÂNGARO, N. C.; PACHECO, M. T. In: LÂNGARO, N. C.; DE CARVALO, I. Q. *Indicações técnicas para a cultura da aveia*. Passo Fundo: UPF, 2014. p. 13-23.

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

FERRAZZA, J. M.; SOARES, A. B.; MARTIN, T. N.; ASSMANN, A. L.; MIGLIORINI, F.; NICOLA, V. Dinâmica de produção de forragem de gramíneas anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 43, n. 7, p. 1174-1181, 2013.

FERREIRA, M. F. P.; ALONÇO, A. S.; MACHADO, A. L. T. *Máquinas para silagem*. Pelotas, 2003. 98p.

FIALHO, A. B. *Automação Hidráulica – projeto, dimensionamento e análise de circuitos*. 3 ed. Editora Érica Ltda, 2002. 290 p.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.(Eds) *Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul brasileira*. Brasília, Embrapa, 2012. 544 p.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S. Qualidade e valor nutritivo de forragem. CAP 1 In: FONTANELI, R. S. FONTANELI, R. S. SANTOS, H. P. dos. (Eds) *Forrageiras para Integração lavoura-pecuária-floresta no sul do Brasil*. 2 ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012a. p. 27-49.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos.; DELDUCA, L. J. *et al.* Estabelecimento e manejo de cereais de duplo propósito. CAP 5 In: FONTANELI, R. S. FONTANELI, R. S. SANTOS, H. P. dos. (Eds) *Forrageiras para Integração lavoura-pecuária-floresta no sul do Brasil*. 2 ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. p. 173-218.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S. Ensilagem. CAP 13 In: FONTANELI, R. S. FONTANELI, R. S. SANTOS, H. P. dos. (Eds). *Forrageiras para Integração lavoura-pecuária-floresta no sul do Brasil*. 2 ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012b. p.351-366.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; LÂNGARO, N. C.; SANTOS, H. P. dos; KAIPER, E.; LAMPERT, E. Ensilagem de cereais de inverno: biomassa e valor nutritivo. *REUNIÃO DA COMISSÃO DE PESQUISA DO TRIGO E TRITICALE*, 5, 2011. Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados. 2011. 5 p.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; MINELLA, E.; CAIERÃO, E. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, n.11. p. 2116-2120, 2009.

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

FREITAS, C. A tecnologia de membranas em tecido: estudo de uma arquitetura sustentável em zonas de clima tropical. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE TENSO-ESTRUTURAS, 1, 2002, São Paulo. *Anais...* São Paulo, SP: EPUSP/FAU, 2002.

FREIXAL, R.; ALPENDRE, P. *Conservação de Forragens Grandes Fardos Cilíndricos e Paralelepípedicos*. Évora: Escola de Ciências e Tecnologia Departamento de Fitotecnia. 2013a. 41 p.

FREIXAL, R.; ALPENDRE, P. *Conservação de Forragens: Ensilagem*. Évora: Escola de Ciências e Tecnologia Departamento de Fitotecnia. 2013b. 51 p.

GENEVER, L. *Making grass silage for Better Returns*. Beef and lamb is a division of the agriculture and horticulture development board (AHDB). Stoneleigh Park, Warwickshire. 2015. 20 p.

GUERRA, S. P. S.; DENADAI, M. S.; PASCHOAL, L.; MENDES, C. R. L. G.; MACHADO, F. C.; TESTA, J. V. P. Biomassa: Enfardadoras cilíndricas. *Agri World*, Bragança Paulista, v. 5, n. 16, p. 36-40, 2014.

GONÇALVES, M.; LOPES, J. G.; BRITO, J. de; LOPES, M. da G. *Características das Membranas de Impermeabilização de Coberturas em Terraço*. Universidade do Minho. Departamento de Engenharia. Engenharia Civil, Portugal, 2005. 13 p. Disponível: <<http://civil.uminho.pt/cec/revista/Num22/Pag%2059-71.pdf>> Acesso em: jan. 2016.

HASHIM, P.; NIHAT, T. Investigation of the wear behaviour of a glass-fibre-reinforced composite and plain polyester resin. *Composites Science and Technology*, Elazig, v. 62, p. 367-370, 2002.

HOLMES, J. B.; MUCK, R. E. *Packing Bunkers and Piles to Maximize Forage Preservation*. Biological Systems Engineering Department. University of Wisconsin, Madison, 2008. 2 p. suplemento especial.

HOTT, M. C.; CARVALHO, G. R. Análise espacial da concentração da produção de leite no Brasil e potencialidades geotecnológicas para o setor. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 2007. 8 p.

IANNUCCI, A.; PIZZILLO, M.; ANNICCIARIARICO, G.; FRAGASSO, M.; FEDELE, V. Dynamics of accumulation and portioning of dry matter and fructo-oligosaccharides in plant fractions of forage cereals. *Experimental Agriculture*, Cambridge University Press, 2015. 15 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indicadores IBGE Estatística da Produção Pecuária. Cereais, leguminosas e oleaginosas*. 2015. Disponível em: <[ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Comentarios/lspa_201506comentarios.pdf](ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Comentarios/lspa_201506comentarios.pdf)> Acesso em: jan. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indicadores IBGE Estatística da Produção Pecuária*. 2013. Disponível em: <[ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Comentarios/lspa_2013comentarios.pdf](ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Comentarios/lspa_2013comentarios.pdf)> Acesso em: jan. 2016.

JANTSCH, E. M.; SILVA, G. M. da; MAIXNER, A. R.; UHDE, L. T.; COSTA, P. U. N. da; POZZOBON, G. E. Aspectos econômico-produtivos da atividade leiteira em sistemas de produção de base familiar na região noroeste do Rio Grande do Sul. In: JORNADA DE EXTENSÃO, 12, 2011, Ijuí, RS. *Anais...* Ijuí: Unijuí, 2011.

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

JUNGES, D. Avaliação sensorial da qualidade de forragem conservada. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2011. 13 p. Disponível em: <<http://www.ensilagem.com.br/wp-content/uploads/2013/04/GROBFUTTERBEWERTUNG-II.pdf>> Acesso em: 22 dez. 2015.

JUNGES, D. *Aditivo microbiano na silagem de milho em diferentes tempos de armazenamento e avaliação da estabilidade aeróbia por termografia em infravermelho*. 2010. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 2010.

KAISER, A. G.; PILTZ, J. W. Feed testing: assessing silage quality- chapter 12. In: KAISER, A. G.; PILTZ, J. W.; BURNS, H. M.; GRIFFITHS, N. W. (Eds). *Feeding silage to dairy cows*. In: *Top fodder successful silage*. 2 ed. Orange. p. 312-333. 2004. .

KAISER, A. G.; PILTZ, J. W. ; BURNS, H. M. ; GRIFFITHS, N. W. Feeding silage to dairy cows- chapter 13. In: KAISER, A. G. PILTZ, J. W. ; BURNS, H. M. ; GRIFFITHS, N. W (Eds). *Top fodder successful silage*. 2 ed. Orange. p. 336-357. 2004.

KAMINSKI, T. A.; SILVA, L. P. da; NASCIMENTO JÚNIOR, A. do.; FERRÃO, T. dos S. Atributos nutricionais, tecnológicos e sensoriais de macarrões de centeio. *Brazilian Journal Food Technology*, Campinas, v. 14, n. 2, p. 137-144, 2011.

KERA. *Manual de ensilagem*. Nutrição animal. 2012. 36 p. Disponível em: < http://www.kerabrasil.com.br/downloads/manual_ensilagem.pdf > Acesso em: 15 de maio de 2014.

KHALILINEJAD, I.; SANAEPUR, H.; KARGARI, A. Preparation of Poly (ether-6-block amide)/PVC Thin Film Composite Membrane for CO₂ Separation: Effect of Top Layer Thickness and Operating Parameters. *Journal of Membrane Science and Research*, Hafez Ave, v.1, p. 124-129, 2015.

KHORASANI, G. R. ; JEDEL, P. E. ; HELM, J. H. ; KENNELLY, J. J. Influence of stage of maturity on yield components and chemical composition of cereal grain silages. *Canadian Journal of Animal Science*, Columbia, v. 77, n. 2, p. 259-267, 1997.

KUNG JR., L. *A review on silage additives and enzymes*. Department of Animal and Food Sciences. University of Delaware. Newark, 2015. 16 p. Disponível em: <http://ag.udel.edu/anfs/faculty/kung/articles/a_review_on_silage_additives> Acesso em: 10 jun. 2015.

LEHMEN, R. I.; FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos. Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de cereais de inverno. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 7, p. 1180-1185, 2014.

LIMA, M. L. M. *Conservação de alimentos: ensilagem*. Dpto de produção animal. Campo Verde, EVZ/UFG: Sd. 135 p. Disponível em: <<http://cpamt.sede.embrapa.br/biblioteca/material-de-curso/modulo-2/EMBRAPA%20CONSERVACaO.pdf>> Acesso em: 10 jun. 2015.

LOURES, D. R. S. *Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem sob níveis de compactação e de umidade do capim elefante (Pennisetum purpureum Schum) cv. Cameroon*. 2000. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

MACCALMAN, H.; BUCKINGHAM, S.; POWELL, H. *Why analyse silage? Fact Sheet*. Behalf of the Welsh Government. Aberystwyth, 2012. 7 p. Disponível em: <[www.menterabusnes.co.uk/farming connect](http://www.menterabusnes.co.uk/farming_connect)> Acesso em: 05 jan. 2016.

MACDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. *The Biochemistry of Silage*. 2 ed. Aberystwyth: Cambrian Printers Ltd., 1991. p. 184-236.

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

MAQSOOD, M.; SHEHZAD, M. A.; ABBAS, M. Seed rate effects on fodder yield and quality attributes of maize (*Zea mays* L.) varieties sown under irrigated conditions. *Pakistan Journal Agricultural Science*. Peshawar, v. 49, p. 155-162, 2012.

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

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

MICKAN, F. J.; MARTIN, M. D.; PILTZ, J. W. Silage storage. In: KAISER, A. G. PILTZ, J. W. ; BURNS, H. M. ; GRIFFITHS, N. W (Eds). *Top fodder successful silage*. 2.ed. Orange, 2004. p. 219-251.

MINELLA, E.; PEREIRA, P. R. V. da S. BRS Marciana.
Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cevada/arvore/CONT000fz2z4r3902wx5ok0ejlyhddxq3d69.html>> Acesso em: 07 jun. 2015.

MIROSAVLJEVIĆ, M.; PRŽULJ, N.; MOMČILOVIĆ, V.; HRISTOV, N.; MAKSIMOVIĆ, I. Dry matter accumulation and remobilization in winter barley as affected by genotype and sowing date. *Genetika*, Novi Sad, v. 47, n. 2, p. 751-763, 2015.

MIYAZAKI, M. K. *Uso de aditivo microbiano e de filme plástico no controle da fermentação e da deterioração aeróbia de silagem de milho*. 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal-SP, 2008.

MOHD-SETAPAR, S. H.; ABD-TALIB, N.; AZIZ, R. Review on crucial parameters of silage quality. *APCBEE Procedia*, Kuala Lumpur, v. 3, p. 99-103, 2012.

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

MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. *Journal of Dairy Science*, Columbia, v. 71, p. 2992-3002, 1988.

MULLIGAN, F. J. ; QUIRKE, J. ; RATH, M. ; CAFFREY, P. J. Intake, digestibility, milk production and kinetics of digestion and passage for diets based on maize or grass silage fed to late lactation dairy cows. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v. 74, p. 113-124, 2002.

NASCIMENTO JUNIOR, A. do; DENARDIN, J. E. *Árvore do conhecimento: centeio*. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/centeio/arvore/CONT000fz2zy82a02wx5ok0ejlyhd2uc2bo.html>> Acesso em: 22 set. 2013.

NATH, C. D.; SCHEIDT, K. C.; NERES, M. A.; SUNAHARA, S. M. M.; HAAB, C. A.; WOBETO, J. R.; LOURENÇO, D. S.; GIACOMINI, A. Variações de temperatura na superfície de silos bags com silagem pré-secada de capim Tifton 85 (*Cynodon* sp.) envelopadas com diferentes camadas de filme stretch. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. 25, 2015. *Anais...* Fortaleza – CE, 27 a 29 de maio de 2015. 3 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrients requirements of dairy cattle. 7 ed. Washington, 2001. National Academic Press, 2001. 381 p.

NEUMANN, M. *Silagem de milho de alta qualidade*. Programa qualidade total. 2009. 9 p. Disponível em: <<http://www.atividadesrural.com.br/artigos/4ffdbe6759e81.PDF>> Acesso em: 24 jan. 2016.

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

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; OST, P. R.; RESTLE, J.; SANDINI, I. E.; ROMANO, M. A. Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silos sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 847-854, 2007b.

OLIVEIRA, D. C. S.; SILVEIRA, S. F. da S.; VERDI, C. A.; BARROS, L. M.; VIANA, T. P.; ARAÚJO JUNIOR, A. T. de; ALMEIDA, H. C. F. de; LUZ, V. K.; MAIA, L. C.; OLIVEIRA, A. C. de. Desempenho de cultivares de aveia branca (*Avena Sativa* L.) sob déficit hídrico. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 35, 2015. *Anais...* Porto Alegre, 2015. 4 p.

ORDONES, S. R.; DIAS, D. D.; ZAMORA, J. J. S.; VILLALOBOS, G. V.; GUTIERREZ, J. A.O. Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte. *Revista fitotecnica Mexicana*, Loma Bonita, v. 36, n. 4, p. 395-403, 2013.

OROSZ, S.; WILKINSON, M.; WIGLEY, S.; BÍRÓ, Z.; GALLÓ, J. Oxygen barrier fi lm improves fermentation, microbial status and aerobic stability of maize silage in the upper 30 cm of the silo. Edited by K. Kuoppala, M. Rinne and A. Vanhatalo. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE HÄMEENLINNA, 26, 2012. Finland, 2-4 July 2012.

ORTIZ-CAÑAVATE, J. *Las maquinas agricolas: y su aplicación*. Madrid: Mundi-Prensa, 1984. 492 p.

PARIS, W.; ZAMARCHI, G.; PAVINATO, P.S.; MARTIN, T.N. Qualidade da silagem de aveia preta sob efeito de estádios fenológicos, tamanhos de partícula e pré-murchamento. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 16, n. 3, p. 486-498.

PEDROSO, A. de F. silagem: princípios básicos de produção e manejo. In: CRUZ, G. M. da; MONTEIRO NOVO, A. L. Curso: produção e manejo de silagem. *Resumo...* São Carlos/SP: EMBRAPA-CPPSE, 1998. p. 11-40.

PEREIRA, L. G. R.; MACHADO, F. S.; TOMICH, T. R.; CAMPOS, M. M.; PAIVA, C. A. V.; RIBAS, M. N.; AZEVÊDO, J. A. G.; CARVALHO, B. C. de. Eficiência bioeconômica e pecuária de precisão em sistemas de produção de leite. In: FÓRUM DE PRODUÇÃO PECUÁRIA-LEITE, 17; SALÃO DE TRABALHOS CIENTÍFICOS, 4, 2014, Cruz Alta, RS. *Anais...* Cruz Alta: UNICRUZ, 2014.

PEREIRA, J. R. A. O mercado de silagem de milho no Brasil. Milkpoint. 2013.

Disponível: <http://www.milkpoint.com.br/mypoint/253066/p_o_mercado_de_silagem_de_milho_no_brasil_cadeia_produtiva_graos_milho_silagem_mercado_5217.aspx> Acesso em: jan. 2016.

PEREIRA, J. R.; REIS, R. A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; DAMASCENO, J. C.; SANTOS, G. T. dos (Eds). In: Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. *Anais...* UEM/CCA/DZO. Maringá. p. 64- 86, 2001.

REIS, R. A.; VALENTE, A. L. da S.; SILVA, W. L. da. Suplementação como estratégia de manejo de pastagens de capins tropicais para a produção de carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 25, 2015. *Anais...* Fortaleza – CE, 27 a 29 de maio de 2015. 16 p.

RIQUETTI, N. B.; SOUSA, S. F. G. de; TAVARES, L. A. F.; CORREIA, T. P. da S.; SILVA, P. R. A.; BENEZ, S. H. Diferentes manejos da palha de aveia preta na produtividade de milho em plantio direto. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, Garça, v. 22, n. 2, 2012. 8 p.

SANTOS, H. P. dos. *Trigo duplo propósito*. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=843>> Acesso em: 08 jun. 2015.

SANTOS, J. P. dos. *Utilização de filme de baixa permeabilidade ao oxigênio no revestimento das paredes de silos trincheira*. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras. Programa de Pós Graduação em Zootecnia . Lavras, 2015.

SANTOS, P. R. R. dos; OLIVEIRA, P. S. R. de; COSTA, A. C. T da; FERREIRA, D. T. L.; FRANCO, F. de A. Trigo de duplo propósito no sistema integrado de produção agropecuária. *Journal of Agronomic Sciences*, Umuarama, v. 4, p. 107-120, 2015.

SANTOS, S. F. dos; GONÇALVES, M. F.; RIOS, M. P.; RODRIGUES, R. D.; GOMES, L. R.; RODRIGUES, G. G.; SOUZA, R. R. de; FERREIRA, I. C. Principais tipos de silos e microrganismos envolvidos no processo de ensilagem. *Veterinária Notícias*, Uberlândia, v. 19. n. 2, p. 140- 152, 2013.

SANTOS, M. V. F.; GÓMEZ CASTRO, A. G.; PEREA, J. M.; GARCÍA, A.; GUIM, A.; PÉREZ HERNÁNDEZ, M. Fatores que afetam o valor nutritivo da silagens de forrageiras tropicais. Revisão bibliográfica: *Archivos Zootecnia*, Córdoba, v. 59, p. 25-43, 2010.

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

SCHEIDT, K. C.; NATH, C. D.; SUNAHARA, S. M. M.; NERES, M. A.; GIACOMINI, A.; HAAB, C. A.; LOURENÇO, D. S.; WOBETO, J. R. Avaliação da condutividade elétrica na forragem e em silagem pré-secada de capim tifton 85 envelopadas com diferentes camadas de filme de polietileno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 25, 2015. Fortaleza – CE, 27 a 29 de maio de 2015 3 p.

SCHLOSSER, J. F.; DORNELLES, M. E.; PINHEIRO, E. D.; DURIGON, R.; RUSSINI, A. Uniformidade de picado processado por colhedora de forragem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.30, n. 2, p. 299-306, 2010.

SCHMIDT, P.; MARI, L. J.; NUSSIO, L. G.; PEDROSO, A. F.; PAZIANI, S. F.; WECHSLER, F. S. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de açúcar: composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v. 36, n. 5, p.1666-1675, 2007.

SCHROEDER, J. W. *Corn gluten feed: composition, storage,*

handling, feeding and value. North Dakota State University, 2010. Disponível em: <<https://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1127.pdf>> Acesso em: jan. 2016.

SEKI, A. S.; BENEZ, S. H.; SILVA, P. R. A.; YANO, E. H.; MELLO, L. M. M. Demanda energética nas operações mecanizadas na silagem de milho no sistema de “silo bag”. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 424-430, 2009.

SENGER, C. C. D.; MÜHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B.; NETTO, D. P.; LIMA, L. D. de. Composição química e digestibilidade ‘in vitro’ de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1393-1399, nov-dez, 2005.

SILVA, N. C. da. *Aditivos como controladores da deterioração aeróbia em silagem de milho na região periférica de silos trincheira*. 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras- UFLA. Lavras, 2013.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos* 3 ed. Viçosa, UFV, 2006. 235 p.

SILVEIRA, A. M. da; VIÉGAS, J.; BECKER, E. G.; BERMUDEZ, R. F.; MORO, G.; DOTTO, L. R.; SEBASTIANY, L. C.; SARTURI, J. A. Cinética de fermentação ruminal “in vitro” de silagens de cereais de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 25, 2015. *Anais...* Fortaleza – CE, 27 a 29 de maio de 2015. 16 p.

SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F.; REIS, R. A. Instabilidade aeróbia de silagens: efeitos e possibilidades de prevenção. In: REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; BERTIPAGLIA, L. M. A. (Eds.). *Volumosos na produção de ruminantes*. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2005. p. 25-60.

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

TAYLOR, C. C. ; RANJIT, N. J. ; MILLS, J. A. ; NEYLON, J. M. ; KUNG JUNIOR, L. The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 On silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. *Journal Dairy Science*, Rockville Park, v. 85, p. 1793-1800, 2002.

TAVARES, V. B.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. C.; FIGUEIREDO, H. C. P.; ÁVILA, C. L. da S.; LIMA, R. F. de. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurhecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v. 38, n. 1, p. 40-49, 2009.

TAVARES, V. B. *Efeito da compactação na qualidade e estabilidade aeróbia da silagem capim-tanzânia*. 2005. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Lavras: UFLA, 2005.

THÜRMER, M. B.; POLETTO, P.; MARCOLIN, M.; FERREIRA, D. G.; ZENI, M. Preparação e caracterização de membranas assimétricas de poli (fluoreto de vinilideno) suportadas em poliéster – I: Efeito do tratamento térmico nas propriedades das membranas. *Polímeros*, São Carlos, v. 20, n. 3, p.170-174, 2010.

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P.; BORGES, I. *Características Químicas para Avaliação do Processo Fermentativo de Silagens: uma Proposta para Qualificação da Fermentação*. Corumbá, MS: EMBRAPA Pantanal, 2003. (Documentos, 57).

TORRES, A. A. U. *Envelhecimento físico químico de tubulações de polietileno de alta densidade empregadas em redes de distribuição de derivados de petróleo*. 2007. 180 f. Tese (Doutorado em Química). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RIO/RJ. 2007.

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

YAN, T.; AGNEW, R. E. Concentrations using nutrient compositions and fermentation characteristics Prediction of nutritive values in grass

silages: I. Nutrient digestibility and energy. *Journal Animal Science*, Rockville Pike, v. 82, p. 1367-1379, 2004.

WHEELTON, P.; WILKINSON, J. M.; VAN SCHOOTEN, H.; JAN TEN HAGEN, P.; WIGLEY, S. *Reducing greenhouse gas emissions in silage production with oxygen barrier film*. In: HOPKINS, R.P.; COLLINS, M. D.; FRASER, V. R.; KING, D. C.; LLOYD, J. M.; MOORBY, P.R.H.(Eds). Proceedings of the 25th General Meeting of the European Grassland Federation, Aberystwyth, Wales 7-11 September 2014.

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

WROBEL, F. de L. *Produção e qualidade nutricional da silagem e do feno colhido em diferentes estádios fenológicos do trigo cultivado em níveis de adubação nitrogenada de cobertura*. 2014. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Centro-Oeste. Guarapuava. 2014.

ZHANG, J.; CHEN, W.; DELL, B.; VERGAUWEN, R.; ZHANG, X.; MAYER, J. E.; VAN DEN ENDE, W. Wheat genotypic variation in dynamic fluxes of WSC components in different stem segments under drought during grain filling. *Front Plant Science*, Lausanne, v. 6, p. 624, 2015.

ZHANG, L.; YU, C. Q.; SHIMOJO, M.; SHAO, T. Effect of different rates of ethanol additive on fermentation quality of napiergrass (*Pennisetum purpureum*). *Asian-Australian Journal Animal Science*, Gwanak-guv. v 24, p. 636-642, 2011.

ZIMMERMANN, J. A. R.; TADIELO, L. E.; BREMM, T.; WILLE, F. I.; PICOLLI, M.; CASTAGNARA, D. D. Como conteúdos de matéria seca afetam silagens e pré-secados de azevém. *Relatório técnico-científico*. In: Seminário de Iniciação Científica UNIJUI, 23, 2015. Ijuí, 2015. 6 p.