**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR**

# PRODUÇÃO E QUALIDADE NUTRICIONAL DA FORRAGEM E DA SILAGEM PRÉ-SECADA DE DIFERENTES CEREAIS DE INVERNO COLHIDOS EM ESTÁDIO DE PRÉ-FLORESCIMENTO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**EGON HENRIQUE HORST**

**GUARAPUAVA-PR**

**2016**

**EGON HENRIQUE HORST**

# PRODUÇÃO E QUALIDADE NUTRICIONAL DA FORRAGEM E DA SILAGEM PRÉ-SECADA DE DIFERENTES CEREAIS DE INVERNO COLHIDOS EM ESTÁDIO DE PRÉ-FLORESCIMENTO

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em produção vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Mikael Neumann

Orientador

GUARAPUAVA-PR

2016

Catalogação na Publicação
Biblioteca Central da Unicentro, Campus Santa Cruz

H823p

Horst, Egon Henrique
Produção e qualidade nutricional da folhagem e da silagem pré-secada de diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento / Egon Henrique Horst. – – Guarapuava, 2016.
x, 74 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2016

Orientador: Mikael Neumann
Banca examinadora: Mikael Neumann, Itacir Eloi Sandini, Ivone Yurika Mizubuti, Marcelo Cruz Mendes, Sandra Galbeiro

Bibliografia

1. Agronomia. 2. Produção vegetal. 3. Alimento conservado. 4. Degradabilidade da silagem. 5. Forrageira hibernal. 6. Proteína bruta. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

CDD 630

**Egon Henrique Horst**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE NUTRICIONAL DA FORRAGEM E DA SILAGEM PRÉ-SECADA DE CEREAIS DE INVERNO COLHIDOS EM ESTÁDIO DE PRÉ-FLORESCIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 25 de outubro de 2016.

Prof. Dr. Mikael Neumann
(UNICENTRO)

Prof. Dr. Itacir Eloi Sandini
(UNICENTRO)

Profª. Drª. Ivone Yurika Mizubuti
(UEL)

Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes
(UNICENTRO)

Profª. Drª. Sandra Galbeiro
(UEL)

GUARAPUAVA-PR
2016

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê”

(Arthur Schopenhauer)

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, pela perseverança nessa caminhada e pela sabedoria alcançada. “Bendito seja Deus todos os dias”.

Agradeço aos meus pais, Wilson Luiz Horst e Lenir Estoquinguer Galeski Horst, que com muito esforço e dedicação nunca me deixaram faltar nada, principalmente amor. Batalharam para me esculpir, e fizeram de mim uma pessoa simples e de caráter sobre tudo.

Agradeço também aos meus irmãos, os quais sempre foram exemplos em muitos aspectos. Espelho-me na simplicidade e insistência de Luiz Alexandre Horst e na alegria e generosidade de Kiara Maris Horst.

À Juliana Mareze, que mesmo estando longe, sempre permaneceu ao meu lado, me apoiando, incentivando e alegrando meus dias. Grato pela confiança depositada em mim, que muitas vezes foi o combustível para seguir nessa jornada.

Ao meu orientador Professor Dr. Mikael Neumann pelos conhecimentos transmitidos e pela disponibilização constante em ensinar.

À CAPES pela bolsa de estudo concedida, o que tornou possível a realização dessa obra.

Aos meus avós, pela confiança e apoio. À meus amigos, os de infância ou os mais atuais, todos, sempre colaborando com um conhecimento novo. Aos meus colegas, amigos e parceiros do grupo NUPRAN, onde tudo foi construído, e nada seria se estive sozinho.

Sozinhos somos fortes, juntos somos imbatíveis.

**SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO ..... 1
2. OBJETIVOS ..... 3
2.1. Objetivo geral ..... 3
2.2. Objetivos específicos ..... 3
3. REFERENCIAL TEÓRICO ..... 4
3.1. Visão geral ..... 4
3.2. Silagem pré-secada ..... 8
3.3. Estádio de colheita de cereais de inverno para silagem pré-secada ..... 10
3.4. Aveia preta ..... 11
3.5. Aveia branca ..... 12
3.6. Cevada ..... 13
3.7. Trigo ..... 13
3.8. Centeio ..... 15
3.9. Triticale ..... 15
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 17
5. CAPÍTULO 1 - PRODUÇÃO DE SILAGEM PRÉ-SECADA A PARTIR DE DIFERENTES CEREAIS DE INVERNO COLHIDOS EM ESTÁDIO DE PRÉ-FLORESCIMENTO ..... 23
5.1. Introdução ..... 24
5.2. Material e métodos ..... 25
5.3. Resultados e discussão ..... 29
5.4. Conclusão ..... 34
5.5. Agradecimentos ..... 34
5.6. Referências bibliográficas ..... 34
6. CAPÍTULO 2 - COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E ESTABILIDADE AERÓBIA DA SILAGEM PRÉ-SECADA DE DIFERENTES CEREAIS DE INVERNO ..... 37
6.1. Introdução ..... 38
6.2. Material e métodos ..... 39
6.3. Resultados e discussão ..... 43
6.4. Conclusão ..... 50
6.5. Agradecimentos ..... 50
6.6. Referências bibliográficas ..... 50
7. CAPÍTULO 3 - COMPOSIÇÃO DA FIBRA E DEGRADABILIDADE DA FORRAGEM E DA SILAGEM PRÉ-SECADA DE CEREAIS DE INVERNO COLHIDOS EM ESTÁDIO DE PRÉ-FLORESCIMENTO ..... 55
7.1. Introdução ..... 56
7.2. Material e métodos ..... 57
7.3. Resultados e discussão ..... 59
7.4. Conclusão ..... 65
7.5. Agradecimentos ..... 65
7.6. Referências bibliográficas ..... 65
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 67
9. ANEXOS ..... 68

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Médias de precipitação pluviométrica (mm), insolação (horas dia$^{-1}$), temperatura máxima e mínima (ºC) e umidade relativa do ar (%), ocorridas no período de cultivo dos cereais de inverno, safra 2014 ..... 26
Figura 2. Médias de precipitação pluviométrica (mm), insolação (horas dia$^{-1}$), temperatura máxima e mínima (ºC) e umidade relativa do ar (%), ocorridas no período de cultivo dos cereais de inverno, safra 2014 ..... 40
Figura 3. Avaliação do tempo, em horas, para perda da estabilidade aeróbia de silagens pré-secadas dos cereais de inverno avaliados ..... 50
Figura 4. Médias de precipitação pluviométrica (mm), insolação (horas dia$^{-1}$), temperatura máxima e mínima (ºC) e umidade relativa do ar (%), ocorridas no período de cultivo dos cereais de inverno, safra 2014 ..... 58
Figura 5. Degradabilidade in situ da forragem e da silagem pré-secada, dos diferentes cereais de inverno, colhidos em estádio de pré-florescimento ..... 64

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Características produtivas e nutricionais de diferentes forragens pré-ensiladas .....6
Tabela 2. Ciclo cultural, altura de planta e número de perfilhos por planta, no momento de colheita de diferentes cereais de inverno para produção de silagem pré-secada.....30
Tabela 3. Composição física da planta (colmo, folha, e espiga ou panícula) e os respectivos teores de matéria seca no momento da colheita dos diferentes cereais de inverno .....31
Tabela 4. Produção de biomassa fresca e seca, recuperação de matéria seca e produção de biomassa seca corrigida de diferentes cereais de inverno para produção de silagem pre-secada .....33
Tabela 5. Investimento na cultura e custos de produção da biomassa seca de diferentes cereais de inverno para produção de silagem pré-secada .....34
Tabela 6. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), da forragem dos diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento .....44
Tabela 7. Valores de nutrientes digestíveis totais (NDT), estimativa de consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo (CMSPV), valor relativo do alimento (VRA), e energia liquida de lactação (ElL) da forragem dos diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento.....45
Tabela 8. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), da silagem pré-secada dos diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento.....47
Tabela 9. Valores de nutrientes digestíveis totais (NDT), estimativa de consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo (CMSPV), valor relativo do alimento (VRA), e energia liquida de lactação (ElL) da silagem pré-secada dos diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento.....48
Tabela 10. Perdas de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido ocorridas entre a colheita e a abertura dos silos .....49
Tabela 11. Valores de hemicelulose, celulose e lignina, em % na matéria seca, da forragem e da silagem pré-secada dos diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento.....61

## RESUMO

HORST, E.H. **Produção e qualidade nutricional da forragem e da silagem pré-secada de diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento**. Guarapuava: UNICENTRO, 2016. 85p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal).

A utilização de alimentos conservados, como a silagem pré-secada de cereais de inverno, vêm se tornando uma ferramenta para manutenção da produtividade do sistema pecuário intensivo. No entanto, a quantidade e a qualidade da forragem produzida pelos cereais de inverno são dependentes de diversos fatores, dos quais cabe destacar a variabilidade entre as espécies, entre genótipos de mesma espécie, e suas adaptabilidades às diferentes condições ambientais. Este trabalho tem como objetivo mensurar a produtividade de doze cultivares de cereais de inverno colhidas em estádio de pré-floresciemento na região de Guarapuava-PR, além de avaliar a qualidade nutricional da forragem e da silagem pré-secada resultante. Como material experimental utilizou-se aveia preta (*Avena strigosa*) *cv*. EMB 139 e *cv*. IAPAR 61; aveia branca (*Avena sativa*) *cv*. IPR 126 e *cv*. URS Taura; cevada (*Hordeum vulgare*) *cv*. BRS Brau e *cv*. BRS Cauê; trigo (*Triticum aestivum*) *cv*. BRS Umbu e *cv*. BRS Tarumã; centeio (*Secale cereale*) *cv*. Temprano e *cv*. BRS Serrano; e triticale (*X Triticosecale*) *cv*. IPR 111 e *cv*. BRS Saturno. O triticale cv. IPR 111 foi o mais precoce pra produção de pré-secado em estádio de pré-florescimento (94 dias). A aveia preta cv. IAPAR 61 e a aveia branca cv. IPR 126 foram as mais produtivas (21.471 e 20.684 kg de MV $ha^{-1}$). O triticale cv. IPR 111 se mostrou como um alimento de alta qualidade nutricional enquanto forragem, e manteve essas características após conservação. Já a silagem pré-secada da cevada cv. BRS Cauê apresentou o maior potencial de degradabilidade de nutrientes (61,47% de NDT). Além disso, notou-se variações sobre a composição da fibra e a cinética de degradação ruminal entre espécies e cultivares, porém, todos os materiais estudados apresentaram boa degradabilidade. Observou-se similaridade entre os resultados de degradabilidade da forragem e da silagem pré-secada, tomando as mesmas tendências. A cevada cv. BRS Brau obteve o maior teor de hemicelulose em sua composição (31,9%), porém, o triticale IPR 111 foi o tratamento com maior potencial de degradabilidade, tanto como forragem quanto silagem pré-secada.



**Palavras-Chave**: Alimento conservado, degradabilidade da silagem, forrageira hibernal, proteína bruta.

## ABSTRACT

HORST, E. H. **Production and nutritional quality of forage and haylage of winter cereals harvested in pre-flowering stage**. Guarapuava: UNICENTRO, 2016. 85p. (Master – Master's Degree in Plant Production).

The use of preserved foods, such as pre-dried silage of winter cereals, are becoming a tool for intensive system maintenance. However, the quantity and quality of forage produced by winter cereals depends on several factors, which we point out the variability between species, genotypes of the same species and their adaptabilities to different environmental conditions. This study aims to measure the productivity of twelve cultivars from winter cereals harvested in preflourishing stadium in Guarapuava-PR region, and to evaluate the nutritional quality of forage and the resulting pre-dried silage. As experimental material we used black oat (*Avena strigosa*) cv. EMB 139 and cv. IAPAR 61; white oat (*Avena sativa*) cv. IPR and 126 hp. URS Taura; barley (*Hordeum vulgare*) cv. BRS Brau and cv. BRS Cauê; wheat (*Triticum aestivum*) cv. BRS Umbu and cv. BRS Tarumã; rye (*Secale cereale*) cv. Temprano and cv. BRS Serrano; and triticale (*X Triticosecale*) cv. IPR and 111 hp. BRS Saturn. Triticale cv. IPR 111 was the earliest producer of pre-dried in pre-flowering stage (94 days). The oat cv. IAPAR 61 and oat cv. IPR 126 were the most productive. Triticale cv. IPR 111 was shown as a high quality nutritional food as fodder, and kept these characteristics after preservation (21471 e 20684 kg GM $ha^{-1}$). While the pre-dried silage barley cv. BRS Cauê showed the greatest potential for nutrient degradability (61.47% of TDN). In addition, it was noted that variations on the composition of the fiber and ruminal degradation kinetics between species and cultivars, however, all materials studied showed good degradability. It was observed similarity between the degradability results of forage and pre-dried silage, having the same trends. Barley cv. BRS Brau had the highest hemicellulose content in its composition (31.9%), however, the IPR 111 triticale was the treatment with the highest potential degradability, both as fodder as pre-dried silage.


**Keywords**: Preserved food, silage degradability, winter forage, crude protein

# 1. INTRODUÇÃO

Por definição, silagem pré-secada é o processo de conservação da forragem resultante da fermentação anaeróbica, em que, basicamente carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos pela ação de microrganismos que, em ambiente ideal, se proliferam e proporcionam condições adequadas à conservação, preservando seu valor nutritivo (PEREIRA e REIS, 2001). Porém, como o próprio nome faz menção, a forragem deve passar por um período de desidratação ou secagem antes da ensilagem.

A região Sul do Brasil têm em sua essência a produção de bovinos a pasto, o que lhe é permitido devido ao alto potencial produtivo e as ótimas condições de cultivo dos cereais de inverno (OLIVEIRA, 2009).

De maneira pontual, Guarapuava-PR possui características climáticas ideais para o cultivo de diversas espécies forrageiras durante todo o ano (BORTOLINI et al., 2004). Porém, é inevitável a passagem por um período de vazio forrageiro no início do inverno, onde as forragens de verão já completaram seu ciclo e as de inverno ainda não se estabeleceram (MEINERZ et al., 2011a).

Com vistas à manutenção e ampliação da produção de leite ou carne nesses períodos de estacionalidade forrageira, deve-se abrir mão de estratégias nutricionais como a utilização de alimentos conservados. Porém, um sistema produtivo profissional trata como obrigatório a utilização de volumosos alternativos durante todo o ano, e não somente em períodos de escassez de pastagens. No tocante a produção desses alimentos, todas as forragens são potencialmente conserváveis e mantedoras de nutrientes, com mais ou menos proteínas, carboidratos solúveis e fibras digestíveis (GALLARDO e CASTRO, 2011).

Cabe ressaltar que, o estádio de pré-florescimento dos cerais de inverno em geral alia elevados teores de proteína bruta e fibra de alta digestibilidade, porém, é nessa mesma fase onde o material encontra-se com baixo nível de matéria seca (BORREANI et al., 2007), necessitando da pré-secagem.

Dentre os alimentos passiveis de conservação, o milho é o mais utilizado (BERNARDES e REGO, 2014) por ser extremamente energético. Em contrapartida, os cereais de inverno possuem um alto teor de proteína, principalmente na fase vegetativa (FONTANELI et al., 2009). Portanto, um não substitui o outro, mas sim, cada qual tem uma função distinta dentro de cada dieta.

As cultivares invernais apresentam alta umidade e elevado teor de proteína, quando ensilados em estádio pré-florescimeto, características que gerariam tamponamento do material

ensilado. Portanto, a forma de silagem pré-secada é a mais adequada para conservação com qualidade do material (ZEMARCHI et al., 2014), uma vez que é caracterizado pelo índice mais elevado de matéria seca (40 a 65%) e tem seu teor proteico diluído na planta.

A produção de silagem pré-secada de melhor custo benefício aliando alta produção, valor nutricional e custo de produção é fundamental para sobrevivência no sistema produtivo. (BRONDANI et al., 2000). Nesse contexto, os cereais de inverno ganham destaque por serem excelentes para a oferta in natura, ou seja, em pastejo e terem ainda a possibilidade de conservação de seu excedente.

O Sul do país ainda comporta muitas áreas ociosas no período de inverno, áreas onde são cultivado milho, safra após safra, sendo esses, outros pontos favoráveis a confecção desse alimento, aumentando a lucratividade e a rotatividade da mesma.

Dentre as culturas de inverno mais utilizadas para o feitio de silagem pré-secada destacam-se a aveia preta (Avena strigosa), aveia branca (Avena sativa), cevada (Hordeum vulgare), trigo (Triticum aestivum), centeio (Secale cereale), e o triticale (X Triticosecale).

No entanto, a quantidade e a qualidade da forragem produzida pelos cereais de inverno são dependentes de diversos fatores, como a variabilidade entre as espécies, entre genótipos de mesma espécie e sua adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas (MEINERZ et al., 2011b).

# 2. OBJETIVOS

## 2.1. Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo mensurar a produtividade de doze cultivares de cereais de inverno colhidas em estádio de pré-floresciemento na região de Guarapuava-PR, além de avaliar a qualidade nutricional da forragem e da silagem pré-secada resultante.

## 2.2. Objetivos específicos

Avaliar o potencial produtivo das diferentes cultivares de cereais de inverno, colhidas em estádio de pré-florescimento para obtenção de silagem pré-secada;

Analisar a composição morfológica das diferentes cultivares de cereais de inverno de duplo propósito no momento da colheita, e seus respectivos teores de matéria seca;

Analisar a composição bromatológica das diferentes cultivares de cereais de inverno no momento da colheita, em estádio de pré-florescimento, e das silagens pré-secadas resultantes;

Mensurar a capacidade de recuperação de matéria seca, bem como as perdas químicas, da silagem pré-secada de cada material após abertura do silo;

Avaliar a estabilidade aeróbia da silagem pré-secada das diferentes cultivares de cereais de inverno;

Analisar a taxa de degradabilidade ruminal, pelo método *in situ*, da forragem e da silagem pré-secada dos diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento.

# 3. REFERENCIAL TEÓRICO

## 3.1. Visão geral

Durante o período hibernal, a região Sul do Brasil é privilegiada por poder se beneficiar de fatores climáticos propícios para produção de forrageiras $C_3$, contando com temperatura e pluviometria favorável para o desenvolvimento das mesmas (BUMBIERIS JR. et al., 2011).

Desse modo, a produção de bovinos a pasto em Guarapuava-PR, vêm se tornando uma prática cada vez mais evidente, principalmente nessas épocas mais frias do ano, uma vez que as culturas invernais podem ser manejadas com duplo propósito, e os grãos advindos dessas culturas temperadas têm baixa competitividade no mercado internacional. Então, vê-se na engorda de bovinos uma grande oportunidade de aumentar a lucratividade da propriedade (FONTANELI et al., 2000).

Segundo Bumbieris Jr. et al. (2011), além se serem passiveis de pastejo, o excedente dessas culturas podem ser destinados a produção de silagem pré-secada. Dessa forma ter-se-á alimento estocado para outras épocas, além de diminuir a concorrência com culturas de verão, uma vez que para produção de silagem pré-secada, a mesma é colhida antes do fechamento do seu ciclo normal.

Por definição, silagem é o processo de conservação da forragem resultante da fermentação anaeróbica, em que, basicamente carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos pela ação de microrganismos que, em ambiente ideal, se proliferam e proporcionam condições adequadas à conservação, preservando seu valor nutritivo (PEREIRA e REIS, 2001).

Cabe ressaltar que a desidratação de forragens para ensilagem é capaz de aumentar a relação ácido lático:acético, reduzir a produção de amônia e restringir a produção de ácido butírico, além de haver economia de carboidratos solúveis, diminuir a solubilização do nitrogênio e evitar a produção de efluentes (BERTO e MÜHLBACH, 1997). Tais respostas são relacionadas a redução de processos indesejáveis que podem ocorrer durante o processo de ensilagem, que surgem com a demora na queda do pH ou então a alta atividade de água.

No Brasil, a utilização dessas silagens pré-secadas de forrageiras temperadas são tidas como uma alternativa de fornecimento de volumoso de qualidade em períodos de escassez de pastagens (ZAMARCHI et al., 2014). Porém, na Europa, os cereais de inverno vêm passando do *status* de culturas forrageiras estratégicas para épocas de escassez de alimento, a um *status* de cultura forrageira basal das dietas, constituindo uma verdadeira estratégia no planejamento

forrageiro (LEMAIRE et al., 2006).

De maneira pontual, as forragens tropicais ($C_4$) são caracterizadas pelo seu alto teor energético e terem nível de umidade menor no momento da ensilagem. De forma contrária, as forragens de clima temperado ($C_3$) possuem um elevado conteúdo proteico e alta umidade em comparação às $C_4$, o que dificultaria o processo fermentativo pela capacidade tampão (BUMBIERIS JR. et al., 2011).

A propósito, sabe-se que para uma ótima conservação do material ensilado é fundamental manter valores de pH entre 3,8 e 4,2 (FERREIRA, 2001). Caso esses valores não sejam alcançados por algum motivo, após a abertura do silo, microrganismos indesejáveis tornar-se-ão metabolicamente ativos, produzindo calor e consumindo nutrientes (RANJIT e KUNG JR., 2000).

Forragens quando ensiladas com menos de 21% de matéria seca correm sérios riscos de sofrer fermentação secundária no silo (PEREIRA e REIS, 2001). Portanto, para se produzir uma silagem de cultivares invernais de alta qualidade, aconselha-se o pré-murchamento do material antes de ensilá-lo propriamente dito (ZAMARCHI et al., 2014).

Além disso, o pré-murchamento da forragem reduz a produção de efluentes, decorrentes da ruptura celular e extravasamento de conteúdo citoplasmático durante o período de armazenamento, o qual carreia junto a si nutrientes do alimento (SCHMIDT et al., 2011).

Do outro lado tem-se ainda a possibilidade de produção de fenos, porém, nesse caso existe o risco de se deparar com chuvas durante o processo de secagem ou enfardamento, além ainda, das maiores perdas de açucares e demais nutrientes através de lixiviação e respiração celular (ROTZ e MUCK, 1994) pelo maior tempo a campo.

Segundo McDonald (1981), o teor de matéria seca da forragem além de afetar o perfil fermentativo, está relacionado também ao potencial de ingestão e a eficiência de utilização de nutrientes pelo animal. Nesse contexto nota-se que a escolha do modo de conservação e sua destinação está diretamente relacionada ao tipo de cultura.

Independentemente da forma de conservação, o objetivo-chave é reduzir a respiração celular dos vegetais e a atividade microbiana aeróbia ao longo do processo de estocagem (MUCK et al., 2003). Caso isso não ocorra, perdas quali-quantitativas podem chegar a níveis catastróficos.

Os indicadores da deterioração aeróbica mais comumente observados são o desenvolvimento de mofos, aquecimento espontâneo, perda de matéria seca, aumento das concentrações de fibra e redução da digestibilidade dos nutrientes (BOLSEN, 1995).

Porém, eficazmente deve-se mensurar as perdas do material através da estabilidade

aeróbia do mesmo. Essa por definição, é a resistência que a massa ensilada oferece a deterioração após ser exposta ao ar (TRES et al., 2014). Vários são os fatores que interferem na estabilidade aeróbia do material, como a concentração de microrganismos aeróbios na silagem, o tempo de exposição ao oxigênio até a completa vedação do silo, a temperatura ambiente, além das características da forragem utilizada (BOLSEN, 1995).

Tabela 1. Características produtivas e nutricionais de diferentes forragens pré-ensiladas

| Autores | PB (%) | FDN (%) | FDA (%) | Produção de MS $ha^{-1}$ | Altura de planta (cm) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Aveia preta | | |
| Lehmen et al. (2014) | 6,0 | 74,3 | 43,4 | 9.500 | 123 |
| Meinerz et al. (2011) | 6,2 | 70,8 | 40,4 | 9.075 | 116 |
| Fontaneli et al. (2009) | 10,2 | 67,3 | 39,4 | 5.419 | 112 |
| | | | Aveia branca | | |
| Lehmen et al. (2014) | 7,6 | 64,1 | 37,0 | 9.713 | 101 |
| Meinerz et al. (2011) | 6,9 | 68,3 | 39,9 | 11.913 | 114 |
| Fontaneli et al. (2009) | 9,5 | 58,3 | 32,0 | 6.159 | 111 |
| | | | Cevada | | |
| Lehmen et al. (2014) | 8,4 | 59,6 | 30,7 | 6.500 | 56 |
| Meinerz et al. (2011) | 7,4 | 58,2 | 32,5 | 6.648 | 72 |
| Fontaneli et al. (2009) | 7,8 | 61,4 | 31,8 | 4.628 | 73 |
| | | | Trigo | | |
| Lehmen et al. (2014) | 8,0 | 65,4 | 33,8 | 10.937 | 79 |
| Meinerz et al. (2011) | 7,3 | 63,1 | 35,4 | 9.278 | 67 |
| Fontaneli et al. (2009) | 8,0 | 64,6 | 35,6 | 5.091 | 77 |
| | | | Centeio | | |
| Lehmen et al. (2014) | 6,8 | 73,7 | 40,4 | 13.448 | 160 |
| Meinerz et al. (2011) | 6,3 | 72,1 | 45,9 | 9.058 | 142 |
| Fontaneli et al. (2009) | 9,0 | 66,7 | 37,3 | 9.721 | 142 |
| | | | Triticale | | |
| Lehmen et al. (2014) | 7,9 | 63,2 | 28,9 | 9.859 | 105 |
| Meinerz et al. (2011) | 8,5 | 62,7 | 37,6 | 9.267 | 94 |
| Fontaneli et al. (2009) | 8,1 | 66,1 | 35,6 | 5.375 | 99 |

Fonte: Elaboração do autor.

Segundo Meinerz et al. (2011a), todas as espécies e genótipos apresentam condições

para serem ensiladas e produzirem silagens com perfil fermentativo desejável, porém, cada uma possui características produtivas e nutricionais distintas (Tabela 1).

O potencial forrageiro de um cultivar é dimensionado tanto pelo seu valor nutritivo quanto pela sua produtividade. Floss et al. (2007), trabalhando com aveia branca para silagem em estádio de pré-florescimento, sob diferentes tempos de corte, obteve para 112 dias de ciclo uma produtividade de 10.080 kg de MS $ha^{-1}$, e para 126 dias 12.240 kg MS $ha^{-1}$, ou seja, produtivamente mostrou-se mais viável prolongar o ciclo da cultura em questão. Deve-se destacar que os autores encontraram para ambos os ciclos a mesma altura média de planta (126 cm), que mostra também, a importância de se conhecer a cultivar com a qual se trabalha.

Em relação a cultura da aveia preta, a mesma tem baixo valor de grãos para a indústria, então, busca-se com essa cultura uma alternativa lucrativa. Viu-se assim, na sua alta resistência a doenças um ponto favorável a sua utilização como pastagem, não atoa, é a mais utilizada para tal fim.

Fontaneli et al. (2009) obteviram para cultura da aveia preta, como forragem verde, produtividade média de 5.989 kg de MS $ha^{-1}$, e teor de FDN de 50,6%, menores valores entre as demais culturas estudadas no mesmo trabalho. Porém, a digestibilidade da matéria seca da mesma sobressaiu todas as outras, com valor de 70,5%. Todavia, quando a mesma foi ensilada, o material resultante mostrou valores de FDN de 67,3%, o que diminui consideravelmente a digestibilidade da matéria seca (58,2%).

Em relação a silagem pré-secada de cevada, a mesma vem ganhando espaço como parte estratégica da dietas de bovinos devido a sua alta qualidade nutricional. Segundo Rojas e Catrileo (2000), a qualidade da silagem de cevada diminui de acordo com o avanço da maturidade da planta motivado pelo aumento da percentagem de colmo. Porém, segundo os mesmos autores, com o avanço da maturidade se ganha em produção de matéria seca, tanto por área quanto em percentagem na planta. Entretanto, esse incremento de matéria seca, juntamente com seu alto teor de carboidratos solúveis podem gerar uma maior instabilidade aeróbia na abertura do silo.

A cultura do centeio como pastagem e/ou alimento conservado vêm se destacando pela sua alta resistência as baixas temperaturas e a sua tolerância a solos pobres (DEL DUCA et al., 1999).

Lehmen et al. (2014) avaliando o rendimento produtivo da aveia preta (*Avena strigosa*), aveia branca (*Avena sativa*), cevada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum aestivum*), centeio (*Secale cereale*) e triticale (*X Triticosecale*), obtiveram o menor valor de produtividade para a cultura da cevada (BRS Cauê), com rendimento de 6.500 kg de MS $ha^{-1}$.

De forma contrária, o maior rendimento encontrado foi para a cultura do centeio (BRS Serrano), com 13.448 kg de MS $ha^{-1}$. De acordo com os autores, a explicação para tal diferença estaria no nível de insolação recebida por cada cultura durante seu ciclo, visto que a cevada foi colhida com 139 dias e o centeio com 170 dias.

Quanto a cultura do trigo, essa apresenta grande importância, sendo a segunda mais plantada no mundo, ficando atrás apenas da cultura do milho (CONAB, 2013). Os trigos destinados a produção forrageira, possuem uma produção de matéria seca por área maior em relação aos trigos com destino a produção de grãos. Porém, por terem maior porte, são mais susceptíveis ao acamamento (CARLETTO, 2013), e devem ter altura de planta e ciclo ideais para evitar tal problemática.

Ao trabalharem com duas cultivares de trigo de duplo propósito, Lehmen et al. (2014), obtiveram produção de 10.937 kg de MS $ha^{-1}$ para a cultivar BRS Tarumã e 8.688 kg de MS $ha^{-1}$ para a cultivar BRS Umbu, ambas colhidas em estádio de pré-florescimento.

Nota-se que as diferentes espécies forrageiras invernais apresentam diferenças entre si, seja no ciclo, capacidade de crescimento e /ou produtivo. Por fim, porém não menos importante, a cultura do triticale possui alta tolerância ao frio, stress hídrico e doenças, mostrando-se como uma opção a ser estudada como forrageira para ensilagem (KLOSTER et al., 2013). Ademais, o triticale pode ser utilizado na forma de silagem pré-secada, silagem, feno, grão úmidos, grãos secos e ainda na forma de pastagem (LOPES et al., 2008).

### 3.2.Silagem pré-secada

Existem diversos métodos de conservação de forragens para alimentação animal, todos visando manter a qualidade nutricional do alimento o mais próximo possível do momento da colheita. As maneiras mais utilizadas para conservação de forragens são sob a forma de silagens, caracterizadas por teores de matéria seca variando entre 30 e 40%, fenos, sendo esses alimentos mais secos, acima de 80% de matéria seca, e isentos de processo fermentativo, e a terceira forma de conservação, menos utilizada quando comparada as outras duas, são as silagens pré-secadas, caracterizadas por teores de matéria seca intermediário aos dois primeiros (BERNARDES et al., 2014).

A silagem pré-secada é um método de conservação químico, caracterizado por um período de pré-secagem da forragem a campo após o seu corte. Após atingir níveis ideais de umidade, a forragem é ensilada em ambiente anaeróbio afim de criar condições para uma perfeita fermentação lática (BRAGACHINI et al., 2008), resultando em uma conservação adequada do alimento.

Bragachini et al. (2008) enfatizam que a principal vantagem em se confeccionar silagem pré-secada está relacionada ao menor tempo de exposição do material ao ambiente, quando comparado ao feno, e dessa forma, o risco em enfrentar condições climáticas adversas são menores. Sabe-se que na região Sul do Brasil as temperaturas são amenas, a umidade reativa do ar é alta, e as chuvas são frequêntes, o que aumenta o risco de danos às forragens expostas ao tempo (PEREIRA e REIS, 2001).

De forma pontual, a desidratação das forragens é de caráter multifatorial, dentre os quais cabe destacar os fatores relacionados ao ambiente, como a radiação solar, pressão de vapor, velocidade do vento e a chuva (MCDONALD, 1981). A radiação solar contribui significativamente na forragem exposta, estimulando a evaporação da água ao ambiente, fase em que a velocidade do vento atua expressivamente carreando as gotículas mencionadas. Já a pressão de vapor incentiva o deslocamento da água do meio extra celular ao ambiente, e ainda de acordo com o mesmo autor, a ocorrência de chuva traz efeito negativo ao material colhido por aumentar o teor de umidade.

É importante salientar que a desidratação da forragem tem o objetivo de restringir a extensão da fermentação durante o processo de conservação, além de inibir fermentações secundárias (PEREIRA e REIS, 2001).

Ademais, a desidratação de forragens para ensilagem é capaz de aumentar a relação ácido lático:acético, reduzir a produção de amônia e restringir a produção de ácido butírico, além de haver economia de carboidratos solúveis, diminuir a solubilização do nitrogênio e evitar a produção de efluentes (BERTO e MÜHLBACH, 1997). Tais respostas são relacionadas a redução de processos indesejáveis que podem ocorrer durante o processo de ensilagem, que surgem com a demora na queda do pH ou então a alta atividade de água.

Segundo Jobim e Bumbieris Jr. (2013), a desidratação se torna importante para forragens cujo teor de matéria seca encontre-se abaixo de 28% no momento do corte. Além disso, quando se trata de forragens hibernais, o elevado teor de proteína bruta e cinzas presente nas mesmas, podem gerar um efeito tamponante no material ensilado, o que, segundo os mesmos autores, torna a pré-secagem ainda mais indispensável.

Cabe ressaltar que, o estádio de pré-florescimento dos cerais de inverno em geral alia elevados teores de proteína bruta e fibra de alta digestibilidade, porém, é nessa mesma fase onde o material encontra-se com baixo nível de matéria seca (BORREANI et al., 2007), necessitando da pré-secagem. Traçando um paralelo, Bumbieris Jr. et al. (2011) afirma que as forragens tropicais, com destaque ao milho, são caracterizadas pelo seu alto teor energético e terem nível de umidade menor no momento da ensilagem. De forma contrária, as forragens de

clima temperado possuem um elevado conteúdo proteico e alta umidade em comparação às tropicais, o que dificultaria o processo fermentativo pela capacidade tampão.

Além disso, dados disponíveis na literatura relatam a importância da pré-secagem de forragens úmidas antes da ensilagem, principalmente, em função da redução na produção de efluente e no impacto restritivo da fermentação. No entanto, a diminuição da umidade proporciona benefícios na ensilagem, desde que atinja pelo menos 30% de matéria seca (WOOLFORD, 1984), associado a uma rápida taxa de secagem (DAWSON et al., 1999).

### 3.3.Estádio de colheita de cereais de inverno para silagem pré-secada

Quando se trata do fornecimento de cereais de inverno a ruminantes, o estádio fenológico da cultura gera grandes discussões. É fato consumado que as mudanças na composição química das forragens são de caráter multifatorial, e tal fato indica diferentes recomendações de estádios de maturação na ensilagem.

De acordo com Buxton et al. (1996), existe uma variação entre espécies de cereais de inverno tão grande quanto a variação entre genótipos da mesma espécie, além disso, os autores relatam que o estádio de colheita interfere diretamente na qualidade nutricional do alimento.

Ao passo que a planta avança em estádios de maturação a produção de matéria seca tende a aumentar (DAVID et al., 2010; BECK et al., 2009), porém, ocorre redução nos teores de proteína bruta (FONTANELLI e FONTANELLI, 2009). Coblentz e Walgenbach (2010) observaram que as reduções nos teores proteína digestíveis com o avanço do estádio de maturação, foram compensadas pelo aumento nos teores de carboidratos não fibrosos digestíveis.

De maneira geral, os cereais de inverno possuem elevado valor nutritivo, tanto no estádio de pré-florescimento quanto no estádio de grão farináceo, porém, cada qual com suas peculiaridades estruturais (Anexo 1) e químicas. O estádio de pré-florescimento é caracterizado pela elevada concentração de proteína bruta, baixo teor de matéria seca e fibra de alta digestibilidade (FILYA, 2003). Já o estádio de grão farináceo se torna um alimento mais calórico por possuir alta concentração de amido na matéria seca, no entanto, perde-se a qualidade da fibra (FLOSS et al., 2007).

Filya (2003) avaliando cereais de inverno em diferentes estádios observou significância para digestibilidade da FDN e proteína bruta (42,2% contra 34,9% e 7,3% contra 5,9%, para os estádios de pré-florescimento e grão farrináceo, respectivamente). No entanto, o autor relata que o estádio de grão farináceo apresenta maior digestibilidade da matéria seca

(67,6% contra 58,5%), dado o maior teor de amido presente nessa fase.

Tais resultados corroboram com os observados por Weinberg e Chen (2013), os quais relataram superioridade do potencial digestivo da FDN da forragem e da silagem de trigo no estádio de pré-florescimento quando comparado ao estádio de grão farináceo, porém, menor digestibilidade da matéria seca para o primeiro.

Já Wallsten e Martinsson (2009) observaram que o avanço do estádio de maturação da cevada proporcionou redução na FDN e na digestibilidade da matéria seca. Da mesma forma, Wallsten et al. (2010) avaliando silagens de aveia e de cevada, relataram que o avanço da maturidade proporcionou decréscimos nas digestibilidades da matéria orgânica.

Os resultados relatados na literatura quanto ao estádio de maturação de cereais de inverno são inconsistentes. Tais respostas podem ser justificadas, dentre tantas variáveis, pela diferença nas cultivares utilizadas, participações dos constituintes da planta, taxas de secagens distintas e teor matéria seca na ensilagem.

### 3.4.Aveia preta

A aveia preta (*Avena strigosa Schreb*) é muito utilizada no sul do Brasil como forragem para bovinos durante o outono e inverno (RESTLE et al., 1998). Também está sendo utilizada para a confecção de silagem pré-secada (PEREIRA e REIS, 2001). A aveia preta é uma gramínea de clima temperado, que também pode ser cultivada em clima subtropical e até mesmo tropical. Possui hábito cespitoso, com crescimento variado, dependendo da cultivar e de fatores ambientais. As raízes são do tipo fasciculadas, colmos cilíndricos, lâminas foliares entre 15 a 40 cm de comprimento e 5 a 20 cm de largura. Apresenta ainda uma panícula piramidal, com frutos pequenos (NUNES, 2010).

A aveia preta é particularmente importante na região sul do Brasil, devido a sua adaptação às condições de solo e clima, e por sua produtividade e flexibilidade quando plantada para colheita de grãos, forragem ou cobertura de solo (DAVID et al., 2010). Esta espécie também vem ganhando destaque em sistemas de plantio direto, devido à grande formação de palha e boa relação carbono nitrogênio (CARVALHO, 2010).

A aveia preta exige temperatura amena nos estágios iniciais de desenvolvimento, estimulando assim o crescimento de perfilhos. Temperaturas acima de 32°C podem provocar esterilização das plantas, além de acelerar a maturação das plantas e grãos, podendo reduzir a qualidade nutricional da forragem (CARVALHO, 2010).

Entre os anos de 2010 e 2013, a área total plantada média no Brasil foi de 192,2 mil há de aveia, com produção de 419,5 mil t de grãos e rendimento de 2.185 kg $ha^{-1}$. No Paraná,

esses valores foram de 58,4 mil ha, 132,1 mil t e 2.262 kg $ha^{-1}$ (LUPAZZINI et al., 2013). Uma grande parte da aveia plantada é utilizada somente como cobertura de solo, sem oferecer lucro direto ao agricultor, que pode utilizar essa forrageira como uma segunda fonte de renda, com a venda da silagem. Além disso, é uma cultura com boa produtividade de fitomassa seca $ha^{-1}$, com alto valor nutricional, sendo uma opção viável para forragem de inverno ao pecuarista (CARVALHO e STRACK, 2014).

Segundo Carvalho e Strack (2014), essa espécie pode ser uma alternativa para a alimentação animal, pois apresenta alta tolerância ao frio, com uma produção hibernal, onde outras forrageiras apresentam baixa produção e qualidade, oferecendo uma oferta de forragem mais equilibrada ao longo do ano. Sanchez (2012), avaliando a produção de aveia preta para cobertura em Guarapuava – PR, obteve valores de 9.120 kg $ha^{-1}$, em estádio de florescimento pleno. Isso mostra uma boa adaptabilidade da espécie nessa região.

A aveia preta cultivar EMBRAPA 139, lançada pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, para o Paraná em 1993, e para Santa Catarina e Rio Grande do Sul em 1995, possui estatura alta, com média de 114 cm para o centro-sul do Paraná, além de ser de ciclo precoce, de cerca de 157 dias da emergência até a maturação (GAUDENCIO, 1998).

Segundo Gaudencio (1998), a aveia preta EMBRAPA 139 tem média recuperação ao corte para forragem, moderada resistência ao acamamento, grande uniformidade na floração e maturação. Além disso, possui uma moderada resistência à seca, resistência moderada à ferrugens, características que à tornam uma boa escolha para produção de silagens pré-secadas.

### 3.5.Aveia branca

Até o início da década de 80, as cultivares de aveia branca utilizadas na região sul do Brasil tinham sua genética proveniente de países como Argentina e Uruguai, porém estes genótipos apresentavam problemas de adaptação, sendo que ainda nesta época programas de melhoramento genético desenvolveram plantas mais adaptadas às condições de nosso país (BARBOSA NETO et al., 2000). Hoje, o principal objetivo dos programas de melhoramento genético é expandir as fronteiras de cultivo da aveia para além das já conhecidas.

Tal cultura é tolerante a temperaturas mais amenas, porém próximo à época de floração e formação de grãos, temperaturas abaixo de 3ºC podem causar danos à planta e levar à esterilidade das flores (LEONARD e MARTINELI, 2005; CASTRO et al., 2012). No outro extremo, plantas expostas a altas temperaturas por longos períodos de tempo tendem a acelerar seu ciclo, podendo ocorrer paralização da formação de grãos quando a planta é

submetida a temperaturas acima de 32°C, aliada à baixa umidade (MUNDSTOCK, 1983; CASTRO et al., 2012).

A alta umidade do ar (UR) é desfavorável à planta, pois está relacionada com o aparecimento de doenças que se desenvolvem em UR acima de 90%. De modo geral, considera-se adequada para a cultura uma UR abaixo de 70% (BRINHOLI, 1995; CASTRO et al., 2012)

Já com relação à precipitação, a espécie não é muito exigente com relação à água, porém necessita de chuvas em épocas críticas, como a germinação, e em maior quantidade durante o emborrachamento, floração e primeira etapa na formação dos grãos (CASTRO et al., 2012).

### 3.6.Cevada

A cultura da cevada se destina basicamente a produção de grãos, que são convertidos em malte para a indústria cervejeira. Os grãos que não alcançam a qualidade para a indústria são destinados a fabricação de ração

Como forragem, pé considerada uma das gramíneas mais palatáveis aos bovinos. Embora tenha elevado rendimento em pastejo, sua forma de utilização mais indicada é o corte e colheita, uma vez que seu sistema radicular é bastante superficial (MORAES, 1995).

A cevada também tem sido considerada um ingrediente adequando na alimentação de monogástricos, principalmente por conter teores de proteína bruta e aminoácidos essenciais mais elevados que o milho, embora tenha alto conteúdo de FDN e menos energia.

A cultura da cevada disputa espaço com as culturas do trigo, aveia e triticale, principalmente. O ciclo está em aproximadamente 130 a 150 dias, variando de acordo com a época de semeadura, região, ano e principalmente cultivar. Na fase vegetativa, a planta se assemelha muito ao trigo e aveia. Na emergência, a cevada apresenta rapidez na germinação e grande vigor de plântulas, cobrindo o solo mais rapidamente que as demais culturas. Ela apresenta também ciclo mais curto e maior tolerância a geadas quando comparada ao trigo. Assim, pode ser semeada colhida mais cedo, permitindo o estabelecimento da cultura de verão na melhor época.

Em muitas regiões, a cevada vêm apresentando m´pedias de rendimento de massa superiores às do trigo e aveia.

### 3.7.Trigo

De acordo com Scheeren (1986) o trigo é uma gramínea de inverno com ciclo anual.

Suas raízes são seminais e permanentes, as raízes seminais originam-se da própria semente e possuem grande importância nos estádios iniciais da cultura, sua função principal é garantir o desenvolvimento inicial da planta, no período em que a plântula é nutrida pelo endosperma da semente. Junto ao desenvolvimento das raízes seminais, ocorre a evolução do coleóptilo e mesocótilo. Abaixo do nível do solo ocorre o desenvolvimento da coroa, a partir da qual são emitidas às raízes permanentes que possuem crescimento inicial lento, mas no decorrer do ciclo da cultura seu desenvolvimento se torna maior.

O surgimento das folhas de trigo se dá a partir do coleóptilo, na coroa da planta ocorre o aparecimento da primeira folha. Plantas adultas possuem de 5 a 6 folhas, correspondendo ao número de nós, cada folha apresenta estrutura de lâmina, bainha, lígula e aurícula, são dispostas de forma alternada com ângulo de 180º entre uma folha e outra, até a última folha, chamada de folha bandeira (SCHEEREN, 1986).

Em relação ao colmo, Scheeren (1986) o descreve como oco, cilíndrico, contendo 5 a 6 entrenós, podendo ocorrer diferenças nos espaços entrenós, aumentando no sentido da base para o ápice da planta, até o pedúnculo, que é a última porção do caule que vai até a base da espiga. A altura do colmo sofre influência ambiental, mas pode variar também em relação aos diferentes genótipos existentes.

A inflorescência do trigo é uma espiga composta, dística, ou seja, com duas fileiras de espiguetas alternadas e opostas no ráquis. Na cultura do trigo existe grande variação em relação a densidade, forma, largura e comprimento da espiga. Cada espigueta pode possuir cerca de 3 a 9 flores, estas sempre dispostas alternadamente e presas a ráquis. Em alguns casos as flores superiores da espigueta são estéreis. O grão de trigo é chamado de cariopse, formado a partir de cada flor, é pequeno, seco e indeiscente (SCHEEREN, 1986).

Os cultivares de trigo disponíveis possuem comportamento moderadamente susceptíveis ao acamamento, já que o porte dessas cultivares é considerado alto e esses materiais apresentam elevada produção de massa quando comparados com as cultivares de trigo utilizadas para a produção exclusiva de grãos. Assim, quando semeados antecipadamente e não submetidos ao regime de pastejo ou corte existe a possibilidade de ocorrer acamamento e floração em épocas críticas, onde é possível ocorrer geadas. Desta forma, a intensidade e a duração do pastejo são fatores que podem determinar altos ou baixos rendimentos relacionados a produção de grãos (REDMON et al., 1996).

Experimentos de Del Duca et al. (2000) com trigo de dupla aptidão mostram produção de 3483 kg $ha^{-1}$ de grãos e 1470 kg $ha^{-1}$ de massa seca, quando conduzidos com um corte. Já para o regime de dois cortes os resultados foram de 2104 kg $ha^{-1}$ de grãos e 2506 kg $ha^{-1}$ de

massa seca. O aumento do tempo de pastejo ou até mesmo o número de cortes interfere positivamente sobre a produção de forragem, porém pode reduzir a produção de grãos. As formas de utilização desta forragem pode ser através do pastejo ou pela confecção de silagem, feno ou pré-secado, transformando-se em produção de carne ou leite.

### 3.8.Centeio

O centeio (*Secale cereole L.*) ocupa o oitavo lugar, entre os cereais, no mundo e é cultivado especialmente no centro e no norte da Europa, em climas fios ou secos, em solos arenosos e pouco férteis. A Rússia e a Polônia semeiam quase dois terços do centeio cultivado no mundo. Predominam cultivares de hábito hibernal e a cultura destina-se a alimentação humana e animal e a adubação verde (BAIER, 1994).

Trata-se de uma espécie de polinização cruzada conhecida por. Sua rusticidade e por sua adaptação aos solos pobres, especialmente os arenosos. O centeio possui sistema radicular profundo e agressivo, característica que lhe permite absorver nutrientes indisponíveis a outras espécies (BAIER, 1994).

Esse cereal foi introduzido no sul do Brasil pelos imigrantes alemães e poloneses, no século passado. É cultivado, principalmente, em solos ácidos e degradados e em altitudes acima de 600 m, no norte do RS, em SC e no centro-sul do Paraná.

Segunda Baier (1994), o centeio apresenta grande potencial de expansão no Brasil, pois a indústria de alimentos integrais e dietéticos observa uma demanda crescente por subprodutos de centeio e necessita de grãos de boa qualidade. Pela resistência as baixas temperaturas e pela tolerância aos solos pobres, o centeio também e indicado para pastagens de inverno e como cultura de cobertura.

O centeio é classificado na família *Gramineae*, Subfamilia *Pooideae*, Tribo *Triticeae*, Subtribo *Triticineae* e espécie *Secale*, com as secções *Silvestria* e *Montanum* (HOFFMANN et al., 1970).

O centeio cultivado (*S. cereale*) caracteriza-se por ter ráquis não quebradiço, grãos grandes e ciclo anual, enquanto que as formas silvestres possuem ráquis quebradiço, quando a planta atinge a maturação, grãos pequenos e hábito de crescimento perene (BAIER, 1994).

### 3.9.Triticale

O Triticale é uma planta anual de inverno obtida pelo homem, oriunda do cruzamento artificial entre *Triticum sp.* E *Secale sp.* (BAIER et al., 1997). Morfologicamente, é uma

planta intermediária entre as duas espécies, podendo, no entanto, ter muitas variações, em virtude da constituição cromossômica. A planta, a espiga e o grão de triticale assemelham-se mais aos de trigo. A inflorescência de Triticale é, portanto, uma espiga. A espiga pode apresentar de 20 a 30 espiguetas com 3 a 5 grãos (BAIER et al., 1994).

Os cultivares brasileiros são aristados, de coloração clara, e apresentam pilosidade nas glumas e no ráquis. O grão é mais longo que o de trigo e tem diâmetro maior que o de centeio. A área cultivada com Triticale, no mundo, se expande em alguns países onde há investimentos em pesquisa e demanda por alimentos.

O Triticale hoje cultivado no Brasil é um cereal de inverno produto do cruzamento artificial entre o trigo e o centeio. Seu aspecto, bem como a tecnologia de cultivo, o assemelha ao trigo. Apresenta alto potencial de produtividade pela resistência a fatores bióticos e abióticos, e pelo tipo de planta. Nos sistemas de produção agropecuários hoje vigentes, o Triticale ocupa espaço numa enorme gama de aplicações principalmente na alimentação de animais na forma de forragem verde, feno, silagem da planta inteira ou de grão úmido, grãos secos para rações, duplo propósito, bem como na cobertura vegetal para proteção do solo e adubação verde (EMBRAPA CNPT 2000).

Os cultivares de Triticale hoje disponíveis no Brasil adaptam-se melhor a solos com acidez moderada (pH entre 4,5 a 5,5, e mais de 3,5% de matéria orgânica) das regiões de altitude superior a 400 m (FELICIO et al., 2001). Os mesmo autores comentam que, quando há o aumento da temperatura, a taxa de desenvolvimento é acelerada e o genótipo avança mais rapidamente para a maturação. A densidade de sementes é de 400 sementes viáveis $m^{-2}$ com 60 a 65 sementes por metro linear.

Os cultivares de Triticale, de modo geral, têm maior relação palha:grão que o trigo, devido ao seu maior porte, deixando mais palha no solo, o que beneficia o sistema de plantio direto, o que pode ser indício do seu potencial de produção de forragem.

## 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


BAIER, A.C. **Centeio**. Passo Fundo: EMBRAPA CNPT, 1994. 29p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 15).

BAIER, A.C. **Uso potencial do triticale para silagem**. Passo Fundo: EMBRAPA – CNPT, 1997. 36p. (EMBRAPA – CNPT. Documentos, 38).

BARBOSA NETO J.F., MATIELLO R.R., CARVALHO F.I.F.D., OLIVEIRA J., PEGORARO D.G., SCHNEIDER F., SORDI M. E.B.; VACARO E. Genetic progress in oat breeding in southern brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, .8, p.1605-1612, 2000.

BECK, P.A.; STEWART, C.B; GRAY, H.C. et al. Effect of wheat forage maturity and preservation method on forage chemical composition and performance of growing calves fed mixed diets. **Journal of Animal Science**, v.87, n.1, p.4133-4142, 2009.

BERNARDES, T.F; REGO, A.C. Study on the pratices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v.97, p.1852-1861, 2014.

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

BOLSEN, K.K. Silage: Basic principles. In Forages, Vol. II, The Science of Grassland Agriculture, 5th ed. R. F. Barnes, D. A. Miller, and C. J. Nelson, ed. Iowa State University Press, Ames, p. 163, 1995.

BORREANI, G; GIACCONE, D; MIMOSI, A; TABACCO, E. Comparison of hay and haylage from permanent Alpine Meadows in winter Dairy cow diets. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.12, p.5643-5650, 2007.

BORTOLINI, P.C.; SANDINI, I.; CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. Cereais de Inverno Submetidos ao Corte no Sistema de Duplo Propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.45-50, 2004.

BRAGACHINI, M.; CATTANI, P.; GALLARDO, M.; PEIRETTI, J. **Manual técnico: Forrajes: Conservados de alta calidad y aspectos relacionados al menejo nutricional**. Ed. 6. 2008. 365p.

BRINHOLI O. **Cultura da aveia (avena spp)**. 1995. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP:Botucatu. 171 p.

BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; BERNARDES, R.A.C. Silagem de alta qualidade para bovinos. In: RESTLE, J. (Ed.) **Eficiência na produção de bovinos de corte.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, p.147-184, 2000.

BUMBIERIS JR, V.H.; OLIVEIRA, M.R.; BRABOSA, M.A.A.F.; JOBIM, C.C. Use of winter cultures for forage conservation. In: DANIEL, J.L.P. Forage quality and conservation. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 2, São Pedro, SP. Anais... Piracicaba: FEALQ, p.65-83, 2011.

BUMBIERIS JR., V.H.; OLIVEIRA, M.R.; JOBIM, C.C.; BARBOSA, M.A.A.F.; CASTRO, L.M.; BARBERO, R.P. Perspectivas para uso de silagem de cereais de inverno no Brasil. In: SIMPÓSIO PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. Maringá, 2011. **Anais.** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2011, p.64-86.

BUXTON, D.R.; MERTENS, D.R.; FISHER, D.S. Forage quality and ruminant utilization. In: MOSER L.EL. et al. (Eds.) **Cool-season forage grasses**. Madison: ASA, CSSA, and SSSA, 1996. p.229-266.

CARLETTO, R. **Características agronômicas e forrageiras de trigo duplo propósito submetido a sistemas de corte na cv. Brs umbu**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, 2013.

CARVALHO, I.Q.; STRACK, M. Aveias forrageiras e de cobertura. In: LÂNGARO, .C.; CARVALHO, I.Q. **Indicações técnicas para a cultura da aveia**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014. cap.1, p.13-23.

SANCHEZ, E.; MAGGI, M.F.; GENÚ, A.M.; MULLER, M.M.L. Winter cover crops, plant production and soil resistance. **Brazilian Journal of Applied Technology For Agricultural Science**, v.5, n.3, p.33-40, 2012.

CARVALHO, P.C.F. Forrageiras de clima temperado. In: FONSECA D.M., MARTUSCHELLO, J.A. **Plantas forrageiras**. Viçosa, Editora UFV, p.494-537, 2010.

CASTRO G. S. A., DA COSTA C. H. M. e NETO J. F. Ecofisiologia da aveia branca. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.11, n.3, p.1-15, 2012.

categorias de bovinos de corte em pastagem cultivada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.397-404, 1998.

COBLENTZ, W.K.; WALGENBACH, R.P. Fall growth, nutritive value, and estimation of total digestible nutrients for cereal-grain forages in the north-central United States. **Journal Animal Science**, v. 88, n.1, p.383-399, 2010.

CONAB – Companhia nacional de abastecimento. Mercado do trigo, situação recente e situação no mundo, 2013. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Culturas_de_inverno/38RO/App_Mercado_Inverno.pdf >. Acesso em: abr. de 2015.

DAVID, D.B.; NÖRNBERG, J.L.; AZEVEDO, E.B. Nutritional value of black and white oat

cultivars ensiled in two phenological stages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7. p.1409-1417, 2010.

DAWSON, L.E.R.; FERRIS, C.P.; STEEN, R.W.J. The effects of wilting grass before ensiling on silage intake. **Grass and Forage Science**, v.54, n.3, p.237-247, 1999.

DEL DUCA, L.J.A.; GUARIENTI, E.M.; FONTANELI, R.S.; ZANOTTO, D.L. Influência de cortes simulando pastejo na composição química de grãos de cereais de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.9, p.1607-1614, 1999.

DEL DUCA, L.J.A.; MOLIN, R.; SANDINI, I. **Experimentação de genótipos de trigo para duplo propósito no Paraná**. Passo Fundo-Embrapa Trigo - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 6, 2000, 18p.

EMBRAPA CNPT. (2000). **VII Reunião Brasileira de Pesquisa de triticale**. 14 e 15 de agosto. www.embrapa.cnpt.org.br. Acesso em 15/08/2016.

FELICIO, J.C.; CAMARGO, C.E.O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; GALLO P.B. Avaliação de Genótipos de Triticale e Trigo em ambientes favoráveis e desfavoráveis no Estado de São Paulo. **IAC Bragantia**. v.60, n:2, p:83-91, 2001.

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

FILYA, I. Nutritive value of whole crop wheat silage harvested at three stages of maturity. **Animal Feed Science and Technology**. v.103, n.1, p.85-95, 2003.

FLOSS, E.L.; PALHANO, A.L.; SOARES FILHO, C.V.; PREMAZZI, L.M. Crescimento, produtividade, caracterização e composição química da aveia branca. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.1, p.1-7, 2007.

FONTANELI, R.S.; AMBROSI, I.; DOS SANTOS, H.P.; IGNACZAK, J.C.; ZOLDAN, S.M. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.35, n.11, p.2129-2137, 2000.

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S. **Silagem de cereais de inverno**. In: FONTANELI, R.S,; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira, Passo Fundo - RS: EMBRAPA TRIGO, 2009. 329 p.

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.D.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; MINELLA, E.; CAIERÃO, E. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11,

p.2116-2120, 2009.

GALLARDO, M. e CASTRO, H. Lo pico o no lo pico. ¿cuándo lo pico?. In. Producir XXI, Bs. As., v.19, n.237, p.40-45, 2011.

GAUDENCIO, C.A.; MENON, J.C.M.; BECKERT, O.P.; VIEIRA, R.C.; FLORIANO, J.M. **Aveia preta para cobertura vegetal do solo**: EMBRAPA 139 (Neblina). Londrina. 1998, 4p.

KLOSTER, A.M.; BAINOTTI, C.; CAZORLA, C.; AMIGONE, M.A.; DONAIRE, G.; BAIGORRIA T. Triticale. Un cultivo invernal plástico y multifuncional. **Revista Técnica de la Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa**, p.50-56, 2013.

HOFFMANN, W.; MUDRA, A.; PLARRE, W. Lehrbuch der zuchtuug Iandwirtschaftlicber kulturpflanzen. **Verlag Paul Parey**, v.2. 442p, 1970.

KUNG JÚNIOR, L.; GRIEVE, D.B.; THOMAS, J.W.; HUBER, J.T. Added ammonia or microbial inocula for fermentation and nitrogenous compounds of alfafa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.299-306, 1984.

LARGE, E.C. Growth stages in cereals illustration of the Feeks scales. Plant Pathology, v.4, p.22-24, 1954.

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

LEMAIRE, G.; DELABY, L.; FIORELLE, J.L. Adaptations agronomiques au risque de sécherese – Systémes fourragers et álevage. In: **Sécheresse et agriulture réduire la vulnérabilité de l'agriculture à um risque accru de manque d'eau**. Paris, 371p., 2006.

LEONARD K.; MARTINELLI J. Virulence of oat crown rust in brazil and uruguay. **Plant disease**, v.89, n.8, p.802-808, 2005.

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

LUPATINI, G.C.; RESTLE, J.; VAZ, R.Z.; VALENTE, A.V.; ROSO, C.; VAZ, F.N. Produção de bovinos de corte em pastejo de aveia preta e azevém submetida à adubação nitrogenada. **Ciência Animal Brasileira**, v.14, n.2, p.164-171, 2013.

MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MCDONALD, P. **The biochemistry of silage.** Edinburg: John Wiley and Sons Ltda, 1981, 226 p.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley & Sons, 1981. p.226

MEINERZ, G.R.; OLIVO, C.J.; FONTANELI, R.S.; AGNOLIN, C.A.; FONTANELI, R.S.; HORST, T.; VIÉGAS, J.; BEM, C.M. Valor nutritivo da forragem de genótipos de cereais de inverno de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1173-1180, 2011b.

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**, v.40, n.10, p.2097-2104, 2011a.

MORAES, Y.J.B. **Forrageiras. Conceitos, formação e manejo**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1995. 215p.

MORAN, J.P.; WEINBERG, G.; ASHBELL, Y.H. et al. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 11., 1996, Aberystwyth. Proceedings… Aberystwyth: University of Wales Aberystwyth, p.162-163, 1996.

MUCK, R.E.; MOSER, L.E.; PITT, R.E. Postharvest factors affecting ensiling. In Silage Science and Technol- ogy. D. R. Buxton, R. E. Muck, and J. H. Harrison, ed. ASACSSA-SSSA, Madison, WI, p. 251-304, 2003.

MUNDSTOCK C. M. (1983) Cultivo dos cereais de estacao fria: Trigo, cevada, aveia, centeio, alpiste: NBS. 265p.

NUNES, J.L.S. Aveia. Agrolink, 2010. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/cereaisdeinverno/InformacoesTecnicasAveia.aspx>. Acesso em: 12 jun. 2016.

OLIVEIRA, J.T. Distribuição estacional de forragem, valor Nutritivo e rendimento de grãos de cereais de Inverno de duplo propósito. Parte da dissertação (Mestrado) em Agronomia da UPF, Passo Fundo, 2009.

PEREIRA, J.R.A. e REIS, R.A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. Anais... Maringá: UEM/CCA/DZO, p. 64-86, 2001.

RANJIT, N.K. e KUNG JR., L. The effect of Lactobacillus buchneri, Lactobacillus plantarum, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.3, p.526-535, 2000.

REDMON, L.A.; HORN, G.W.; KRENZER, E.G. Effect of wheat morphological stage at grazing termination on economic return. **Agronomy Journal**, v.88, n.1, p.94-97, 1996.

RESTLE, J.; LUPATINI, G.C.; ROSO, C.; SOARES, A.B. Eficiência e desempenho de

ROJAS, C.G.; CATRILEO, A.S. Evaluación de ensilaje de cebada en tres estados de Corte En la engorda invernal de novillos. **Agricultura Técnica**, v.60, n.4, p. 370-378, 2000.

ROTZ, C. A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In Forage Quality, Evaluation, and Utilization. Natl. Conf. Forage Quality, Evaluation, and Utilization, G.C. Fahey, M. Collins, D.R. Mertens, and L.E. Moser, ed. Univ. Nebraska, Lincoln. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, p. 828-868, 1994.

SCHMIDT, P.; NOVINSK, C.O.; JUNGES, D. Riscos ambientais oriundos de compostos orgânicos voláteis e do efluente produzido por silagens. In: IV SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2011, Maringá. Anais... Maringá, 2011. p.251-269.

TRES, T.T.; JOBIM, C.C.; ROSSI, R.M.; SILVA, M.S.D.; POPPI, E.C. Silagem de grãos de milho, com adição de soja: estabilidade aeróbia e desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n.1, 2014.

WALLSTEN, J.; BERTILSSON, J.; NADEAU, E. Digestibility of whole-crop barley and oat silages in dairy heifers. **Animal**, v.4, n.1, p.432-438, 2010.

WALLSTEN, J.; MARTINSSON, K. Effects of maturity stage and feeding strategy of whole crop barley silage on intake, digestibility and milk production in dairy cows. **Livestock Science**, v.121, n.1, p.155-161, 2009.

WEINBERG, Z.G.; CHEN, Y. Effects of storage period on the composition of whole crop wheat and corn silages. **Animal Feed Science and Tecnology**. v.185, n.1, p.196-200, 2013.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York, 1984. 305 p.

ZEMARCHI, G.; PAVINATO, P.S.; MENEZES, L.F.G.; MARTIN, T.N. Silagem de aveia branca em função da adubação nitrogenada e pré-murchamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.4, p.2185-2196, 2014.

# 5. CAPÍTULO 1 - PRODUÇÃO DE SILAGEM PRÉ-SECADA A PARTIR DE DIFERENTES CEREAIS DE INVERNO COLHIDOS EM ESTÁDIO DE PRÉ-FLORESCIMENTO


## Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar as características produtivas, a recuperação de matéria seca durante o processo fermentativo, bem como a viabilidade econômica da produção de doze cultivares de cereais de inverno para produção de silagem pré-secada colhidas em estádio de pré-florescimento na região de Guarapuava-PR. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, composto por doze tratamentos e quatro repetições. Como material experimental utilizou-se aveia preta (*Avena strigosa*) cv. EMB 139 e cv. IAPAR 61; aveia branca (*Avena sativa*) cv. IPR 126 e cv. URS Taura; cevada (*Hordeum vulgare*) cv. BRS Brau e cv. BRS Cauê; trigo (*Triticum aestivum*) cv. BRS Umbu e cv. BRS Tarumã; centeio (*Secale cereale*) cv. Temprano e cv. BRS Serrano; e triticale (*X Triticosecale*) cv. IPR 111 e cv. BRS Saturno. O trigo cv. BRS Tarumã foi o material de menor estatura no momento da colheita, enquanto que a aveia branca cv. IPR 126 apresentou a maior capacidade de perfilhamento ($P<0,05$) em relação aos demais tratamentos, não coincidentemente esse tratamento foi juntamente com a aveia preta cv. IAPAR 61 o material que apresentou a maior produtividade de biomassa seca $ha^{-1}$, assim como a última gerou a maior produção de biomassa corrigida. De modo geral, dentre os cereais de inverno avaliados, o triticale cv. IPR 111 foi o mais precoce para produção de pré-secado em estádio de pré-florescimento. Dentre os cereais de inverno avaliados, a aveia preta cv. EMB 139 e IAPAR 61, a aveia branca cv. IPR 126 e o centeio cv. Temprano apresentaram as maiores produções de biomassa seca, com altas taxas de recuperação de matéria seca após o processo fermentativo.



**Palavras-chave:** aveia, forragem, produção de matéria seca, proteína bruta, recuperação de matéria seca



## Abstract

The present study was aimed at evaluating the production characteristics, recovery of dry matter during the fermentation process and the economic feasibility of producing twelve crops of winter cereals for the production of pre-dried silage harvested at pre-flowering stage in the region of Guarapuava-PR. The experimental was randomized blocks design, composed of twelve treatments and four repetitions. As experimental material we used black oat (*Avena*

*strigosa*) cv. EMB 139 and cv. IAPAR 61; white oat (*Avena sativa*) cv. IPR and 126 hp. URS Taura; Barley (*Hordeum vulgare*) cv. BRS Brau and cv. BRS Cauê; wheat (*Triticum aestivum*) cv. BRS Umbu and cv. BRS Tarumã; Rye (*Secale cereale*) cv. Temprano and cv. BRS Serrano; and triticale (*X Triticosecale*) cv. IPR and 111 hp. BRS Saturn. Wheat cv. BRS Tarumã was the lowest height at harvest, while the white oat cv. IPR 126 presented the highest capacity of tillering ($P<0.05$) compared to other treatments this one has the highest productivity of dry biomass $ha^{-1}$, the same as cv oat. IAPAR 61, which, has generated the largest biomass corrected. Among the winter cereals evaluated, triticale cv. IPR 111 was the earliest on producing pre-dried in pre-flowering stage. In general, among winter cereals evaluated, triticale cv. IPR 111 was the earliest for the production of pre-dried in pre-flowering stage. The black oat cv. EMB 139 and IAPAR 61, white oat cv. IPR 126 and cv. temprano achieved the highest dry biomass production, with high dry matter recovery rates after the fermentation process.

**Key words:** oat, forage, production of dry matter, crude protein, dry matter recovery

### 5.1. Introdução

Durante o período hibernal, a região Sul do Brasil é privilegiada por poder se beneficiar de fatores climáticos propícios para produção de forrageiras $C_3$, contando com temperatura e pluviometria favorável para o desenvolvimento das mesmas.

De maneira pontual, Guarapuava-PR possui características climáticas ideais para o cultivo de diversas espécies forrageiras durante todo o ano (BORTOLINI et al., 2004). Porém, durante o verão as áreas que antes eram destinadas aos animais, agora são ocupadas em sua maioria pela cultura da soja e milho, restringindo dessa forma a quantidade de alimento aos animais. Além disso, a comercialização de grãos de cereais de inverno é pouco remunerada nacionalmente, abrindo espaço para o cultivo desses materiais como forragens para nutrição animal (MARTIN et al., 2010).

Nesse contexto, a utilização de alimentos conservados, como a silagem pré-secada de cereais de inverno, torna-se uma ferramenta à manutenção da produtividade do sistema pecuário em questão. Porém, de acordo com Zemarchi et al. (2014), a utilização dessas silagens pré-secadas no Brasil, ainda são tidas como uma alternativa de fornecimento de volumoso de qualidade em períodos de escassez de pastagens, enquanto que na Europa, os cereais de inverno vêm passando do *status* de culturas forrageiras estratégicas para épocas de escassez de alimento, a um *status* de cultura forrageira basal das dietas, constituindo uma

constante no planejamento forrageiro.

Pontualmente, as cultivares hibernais apresentam alta umidade e elevado teor de proteína bruta, quando ensilados entre estádios vegetativo e de pré-florescimento, características que gerariam tamponamento do material ensilado. Portanto, o método de conservação na forma de silagem pré-secada é a mais adequada para manutenção da qualidade do material (ZEMARCHI et al., 2014), uma vez que a pré-secagem eleva o teor de matéria seca e reduz a proteólise do material ensilado, reduzindo as chances de fermentações secundárias e o tamponamento do pH.

Acompadrado a isso, a presença de fontes volumosas de alta qualidade na dieta ameniza a necessidade de utilização de concentrados para atingir as necessidades energéticas e proteicas dos animais, barateando assim os custos de produção. Porém, somente a qualidade não garante a sustentabilidade do sistema. Altas produções de matéria seca por área, baixas perdas de matéria seca durante o processo de confecção, aliados ao baixo custo são essenciais.

Deve-se esclarecer que a quantidade e a qualidade da forragem produzida pelos cereais de inverno são dependentes de diversos fatores, dos quais cabe destacar a variabilidade entre as espécies, entre genótipos de mesma espécie, e suas adaptabilidades às diferentes condições ambientais (MEINERZ et al., 2011b).

Dentre as culturas de inverno mais utilizadas para a confecção de silagem pré-secada as mais comuns são a aveia preta (*Avena strigosa*), aveia branca (*Avena sativa*), cevada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum aestivum*), centeio (*Secale cereale*) e o triticale (*X Triticosecale*).

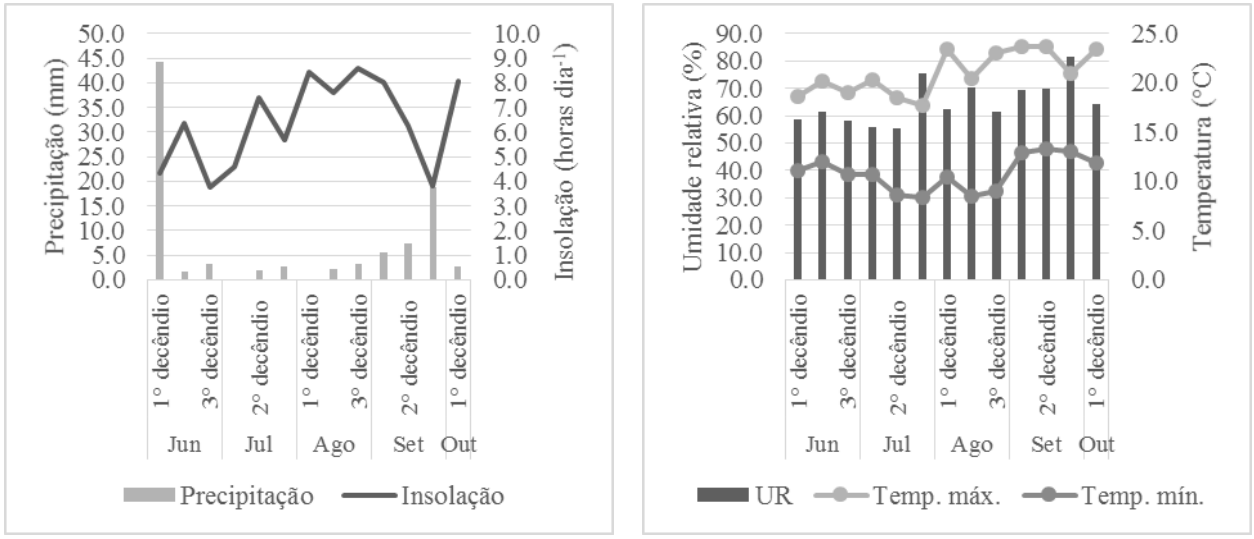
Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar as características produtivas, a recuperação de matéria seca durante o processo fermentativo, bem como a viabilidade econômica da produção de doze cultivares de cereais de inverno para produção de silagem pré-secada colhidas em estádio de pré-florescimento.

### 5.2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido pelo Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) junto ao Curso de Mestrado em Agronomia na área de Produção Vegetal, pertencente ao setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), localizado no município de Guarapuava – PR, situado na zona subtropical do Paraná, sob as coordenadas geográficas 25º23’02” de latitude sul e 51º29’43” de longitude oeste e 1.026 m de altitude.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é o Cfb (Subtropical

mesotérmico úmido), com verões amenos e inverno moderado, sem estação seca definida e com geadas severas. A precipitação anual média é de 1.944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C e umidade relativa do ar de 77,9%. Na figura 1 estão expressos as médias de precipitação pluviométrica em mm e insolação em horas dia$^{-1}$, enquanto que na figura 2 estão apontados a temperatura máxima e mínima em ºC e a umidade relativa do ar (UR) em %, em decênios, durante o período experimental.




Fonte: Estação experimental do SIMEPAR/UNICENTRO, Guarapuava –PR

Figura 1. Médias de precipitação pluviométrica (mm), insolação (horas dia$^{-1}$), temperatura máxima e mínima (ºC) e umidade relativa do ar (%), ocorridas no período de cultivo dos cereais de inverno, safra 2014

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Bruno Típico (POTT, 2007), e antes da implantação das culturas apresentava as seguintes características químicas (perfil de 0 a 20 cm): pH $CaCl_2$ 0,01M: 4,7; P: 1,1 mg dm$^{-3}$; $K^+$: 0,2 cmolc dm$^{-3}$; MO: 2,62 g dm$^{-3}$; $Al^{3+}$: 0,0 cmolc dm$^{-3}$; $H^+ + Al^{3+}$: 5,2 cmolc dm$^{-3}$; $Ca^{2+}$: 5,0 cmolc dm$^{-3}$; $Mg^{2+}$: 5,0 cmolc dm$^{-3}$ e saturação de bases (V%): 67,3%.

As lavouras foram implantadas conforme zoneamento agrícola para a região de Guarapuava-PR em sistema de plantio direto. A semeadura foi realizada com espaçamento entre linhas de 0,17 metros, profundidade de semeadura média de dois centímetros, e densidade de semeadura de 300 sementes m$^{-2}$, com mesma taxa de vigor. A área experimental total constituiu-se de 570 m², distribuída em 48 parcelas de 9 m² cada (4,00 m x 2,25 m), onde cada parcela representou uma unidade experimental (repetição).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, composto por doze tratamentos e quatro repetições. Como material experimental utilizou-se aveia preta (*Avena strigosa*) *cv.*

EMB 139 e *cv*. IAPAR 61; aveia branca (*Avena sativa*) *cv*. IPR 126 e *cv*. URS Taura; cevada (*Hordeum vulgare*) *cv*. BRS Brau e *cv*. BRS Cauê; trigo (*Triticum aestivum*) *cv*. BRS Umbu e *cv*. BRS Tarumã; centeio (*Secale cereale*) *cv*. Temprano e *cv*. BRS Serrano; e triticale (*X Triticosecale*) *cv*. IPR 111 e *cv*. BRS Saturno.

Por ocasião da semeadura, foi realizado adubação de base com 400 kg $ha^{-1}$ do fertilizante formulado 04-20-20 (N-$P_2O_5$-$K_2O$), respeitando recomendações da comissão de fertilidade do solo de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CQFS RS/SC, 2004). A adubação nitrogenada de cobertura foi parcelada em duas aplicações, a primeira 30 dias após o plantio com 140 kg $ha^{-1}$ de ureia (46-00-00), e a segunda aplicação 30 dias após a primeira aplicação, com 250 kg $ha^{-1}$ de ureia (46-00-00), totalizando 195,4 kg de nitrogênio $ha^{-1}$.

As plantas daninhas foram controladas quimicamente com o uso de herbicida a base de *Glifosate* (produto comercial Roundup WG®: 3,0 kg $ha^{-1}$) na dessecação da área experimental 15 dias anterior a semeadura, e no manejo da cultura, 30 dias após o plantio, com a aplicação do herbicida a base de metsulfuron-metyl (produto comercial Ally®: 6,6 g $ha^{-1}$).

Para controle da Ferrugem-da-folha (*Puccinia triticina*) utilizou-se fungicida a base de *Epoxiconazole* + *Pyraclostrobin* (produto comercial Opera®: 1 L $ha^{-1}$) no momento do aparecimento dos sintomas, quando 10 a 20% do número total de folhas apresentarem sintomas de ataque.

Logo após a emergência das plantas foi realizada a contagem do número de plantas $m^{-2}$. Mediante a colheita para confecção da silagem pré-secada, foi medida a altura das plantas, em centímetros, da superfície do solo até a ponta do colmo do perfilho principal. No mesmo momento foi feita a contagem de perfilhos por metro linear, e a partir da relação entre o número de perfilhos e de plantas foi estimado o número de perfilhos $planta^{-1}$.

As plantas foram cortadas a 10 cm de altura do solo em estádio de pré-florescimento, na escala de desenvolvimento 10.1, conforme sugerida por Feeks e Large (1954), ponto este, caracterizado pelo final do alongamento do colmo, quando a bainha da folha bandeira se encontrava completamente desenvolvida, com as primeiras espigas ou panículas recém-visíveis.

Uma amostra de 0,500 kg de cada material recém colhido foi encaminhada ao laboratório para realização da composição física. A adoção dessa prática permitiu determinar a composição percentual das estruturas anatômicas da planta pela segmentação dos componentes colmo, folhas, e espiga ou panícula.

O corte das plantas, contidas na área útil de cada parcela (9 $m^2$), foi realizado de forma

manual. A relação entre o peso do material colhido e a unidade de área permitiu estimar as produções de biomassa verde (kg $ha^{-1}$). Imediatamente após a colheita, uma amostra homogênea de plantas de 0,500 kg de cada parcela foi coletada e enviada ao laboratório para determinação do teor de matéria seca, por meio de secagem em estufa de ar forçado regulada a 55°C até a obtenção de peso constante. A relação entre produção de biomassa fresca e teor de matéria seca das plantas permitiu estimar a produção de biomassa seca total (kg $ha^{-1}$). Após, as amostras pré-secas do material original foram moídas em moinho tipo "Willey", com peneira de 1 mm, onde sequencialmente determinou-se a matéria seca total em estufa a 105ºC por 16 horas e proteína bruta (PB) pelo método micro Kjedahl (SILVA e QUEIROZ, 2009).

O ciclo cultural foi estabelecido pelo período de tempo, em dias, entre a semeadura até o estádio de pré-florescimento. As forragens foram colhidas com teor médio de 23,4% de matéria seca e pré-secadas até atingirem teor médio de 64,1% de matéria seca, próximo ao preconizado por Noller et al. (1954), com vista a obter menores perdas durante o processo fermentativo.

Logo após a colheita, o material foi pré-emurchecido a campo até atingir teores de matéria seca ideais para ensilagem. Para a ensilagem do material cortado e pré-emurchecido, foram utilizados silos laboratoriais de PVC, com 40 cm de altura e 10 cm de diâmetro. O material foi picado em forrageira estacionária (Nogueira®, modelo EM 6400), visando tamanho médio de partícula de 10 mm, e sequencialmente compactado manualmente nos silos até obtenção de massa específica de 320 kg de MS $m^3$. Após o enchimento dos silos, estes foram vedados, identificados, pesados e armazenados.

Após a abertura dos silos, o material foi pesado para que por diferença do peso do material ensilado fosse calculado as perdas fermentativas. Do montante do material desensilado, foram retirados 0,100 kg para análise do teor de matéria seca, onde, foi calculado a recuperação de matéria seca (RMS) pela equação: {RMS = [(MFf x MSf) / (MFi x MSi)] x 100}, onde: RMS = recuperação de MS (%); MFi = massa de forragem ensilada (g); MSi = teor de MS da forragem ensilada (%); MFf = massa de silagem pré-secada (g); MSf = teor de MS da silagem pré-secada (%).

O percentual de recuperação de matéria seca durante o período fermentativo permitiu estimar a produção de biomassa seca corrigida, através da sua multiplicação pela produção de biomassa seca total.

A análise econômica constou da determinação do valor de investimento relativo ao estabelecimento e manejo das lavouras, considerando o valor de aquisição das sementes de cada cultivar (aveia preta *cv*. EMB 139: 2,00 R$ $kg^{-1}$ e *cv*. IAPAR 61: 2,25 R$ $kg^{-1}$; aveia

branca *cv*. IPR 126: 1,04 R$ $kg^{-1}$ e *cv*. URS Taura: 1,00 R$ $kg^{-1}$; cevada *cv*. BRS Brau: 1,50 R$ $kg^{-1}$ e *cv*. BRS Cauê: 1,60 R$ $kg^{-1}$; trigo *cv*. BRS Umbu: 1,72 R$ $kg^{-1}$ e *cv*. BRS Tarumã: 1,68 R$ $kg^{-1}$; centeio *cv*. Temprano: 1,70 R$ $kg^{-1}$ e *cv*. BRS Serrano: 2,50 R$ $kg^{-1}$; e triticale *cv*. IPR 111: 1,37 R$ $kg^{-1}$ e *cv*. BRS Saturno: 1,42 R$ $kg^{-1}$), herbicida para dessecação (10,40 R$ $kg^{-1}$), herbicida pós emergente (1,11 R$ $g^{-1}$), fungicida (80,00 R$ $L^{-1}$), fertilizante 04-20-20 (N-$P_2O_5$-$K_2O$) (1,40 R$ $kg^{-1}$) e ureia 46-00-00 (N-$P_2O_5$-$K_2O$) (1,53 R$ $kg^{-1}$). Dessa forma, o custo da biomassa seca foi mensurado através da relação entre o investimento R$ $ha^{-1}$ da lavoura pela produção de biomassa seca, em kg de MS $ha^{-1}$.

Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, a fim de verificar os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância, respectivamente. Uma vez atendidos estes pressupostos, aplicou-se o teste F a 5% de probabilidade de confiança, através da análise de variância (ANOVA) e em seguida o teste Tukey de comparação de múltiplas médias a 5% de significância, por intermédio do programa SAS (1993).

### 5.3. Resultados e discussão

A tabela 2 apresenta o ciclo, em dias, da semeadura até o corte em estádio de pré-florescimento, a altura média de planta e o número perfilhos por planta no momento do corte, de cada espécie e cultivar de cereal de inverno.

É interessante ressaltar que o outono e o inverno acabam sendo épocas de carência de forragens em muitas regiões, fazendo da precocidade das forragens um fator decisivo para subsistência de muitos sistemas produtivos (NORO et al., 2003). Ademais, cada espécie forrageira é bem caracterizada por seu ciclo produtivo, e esse acaba se tornando um atributo decisivo na escolha da cultivar a ser plantada. Porém, grandes diferenças podem estar dentro da mesma espécie, entre cultivares distintas. Como exemplo, nota-se que o trigo cv. BRS Umbu alcançou o estádio de pré-florescimento com 99,7 cm de altura média de planta, em 109 dias. Já a cv. BRS Tarumã obteve altura média de apenas 74,4 cm, mesmo sendo colhida 17 dias depois. Essa característica mais tardia do trigo de duplo propósito cv. BRS Umbu já havia sido destacada por Carletto (2013) e Valério et al. (2008), o que segundo os autores, favorece sua utilização como forragem e colheita de grãos tardiamente.

Na média geral dos dados observa-se que a aveia preta cv. IAPAR 61, aveia branca cv. IPR 126 e o centeio cv. Temprano foram os materiais mais tardios dentre os avaliados no presente trabalho (133 dias). Na outra ponta, com 88 dias, o triticale cv. IPR 111 já havia atingido ponto de corte em pré-florescimento, ganhando destaque como o material mais precoce.

Ainda na tabela 2 nota-se que a aveia branca cv. IPR 126 apresentou maior capacidade de perfilhamento (P<0,05) em relação aos demais tratamentos, enquanto o triticale cv. IPR 111 obteve o menor número de perfilhos por planta. Dentro desse parâmetro, não coincidentemente a aveia branca cv. IPR 126 e o triticale cv. IPR 111 foram os materiais que apresentaram a maior e a menor produtividade de biomassa seca $ha^{-1}$, respectivamente (tabela 4). O fato do triticale cv. IPR 111 possuir característica de precocidade (MCGOVERIN et al. 2011) e por isso ter sido colhido antes, deve ser levado em consideração para interpretação dos presentes resultados.

Tabela 2. Ciclo cultural, altura de planta e número de perfilhos por planta, no momento de colheita de diferentes cereais de inverno para produção de silagem pré-secada

| Espécie – Cultivar | Ciclo (dias) | Altura de planta (cm) | Número de perfilhos $planta^{-1}$ |
|---|---|---|---|
| Aveia preta – EMB 139 | 104 | 130,0 b | 1,70 ab |
| Aveia preta – IAPAR 61 | 133 | 138,8 b | 1,57 abc |
| Aveia branca – IPR 126 | 133 | 151,8 a | 1,90 a |
| Aveia branca – URS Taura | 101 | 81,9 ef | 1,29 bcde |
| Cevada – BRS Brau | 109 | 82,9 def | 1,39 bcde |
| Cevada – BRS Cauê | 109 | 84,1 de | 1,56 abc |
| Trigo – BRS Umbu | 109 | 99,7 c | 1,23 cde |
| Trigo – BRS Tarumã | 126 | 74,4 f | 1,62 abc |
| Centeio – Temprano | 133 | 160,4 a | 1,54 abcd |
| Centeio – BRS Serrano | 98 | 132,3 b | 1,62 abc |
| Triticale – IPR 111 | 88 | 88,4 de | 1,01 e |
| Triticale – BRS Saturno | 94 | 91,9 cd | 1,08 de |
| Média | 111 | 109,7 | 1,46 |
| P>F | - | <0,0001 | <0,0001 |
| CV, % | - | 3,28 | 12,81 |

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Observa-se que o material de ciclo mais curto apresentou o menor número de perfilhos $planta^{-1}$, enquanto que a aveia branca cv. IPR 126, sendo uma das mais tardias, gerou o maior valor, porém não diferindo estatisticamente da aveia preta cv. EMB 139 e IAPAR 61, do centeio cv. Temprano e cv. BRS Serrano, da cevada cv. BRS Cauê, e do trigo cv. BRS Tarumã. Segundo Castro et al. (2012), quanto maior o número de perfilhos $planta^{-1}$, maior é a produção de fotoassimilados pela planta como um todo, o que tende a gerar maiores

produções tanto de massa quanto de grãos por área.

A tabela 3 apresenta a composição física da planta, bem como seus respectivos teores de matéria seca. Nota-se que houve diferença significativa entre os materiais avaliados, tanto para composição física quanto para teor de matéria seca (P<0,05).

Tabela 3. Composição física da planta (colmo, folha, e espiga ou panícula) e os respectivos teores de matéria seca no momento da colheita dos diferentes cereais de inverno

| Espécie – Cultivar | Composição física (% na planta) | | | Teor de MS (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Colmo | Folha | Espiga ou panícula | Colmo | Folha | Espiga ou panícula |
| Aveia preta – EMB 139 | 39,00 def | 44,76 ab | 16,24 efg | 21,80 cd | 24,06 cde | 32,95 bc |
| Aveia preta – IAPAR 61 | 49,29 bc | 39,86 ab | 10,85 h | 21,45 cd | 27,53 bcd | 25,06 d |
| Aveia branca – IPR 126 | 44,39 cd | 47,62 a | 10,87 h | 23,73 bcd | 29,91 bc | 27,79 cd |
| Aveia branca – URS Taura | 30,77 f | 44,18 ab | 25,05 bc | 15,05 e | 19,29 e | 27,75 cd |
| Cevada – BRS Brau | 32,30 ef | 38,49 abc | 29,21 ab | 23,30 bcd | 29,34 bc | 35,70 ab |
| Cevada – BRS Cauê | 31,26 f | 35,70 bc | 33,05 a | 23,11 bcd | 28,34 bc | 32,81 bc |
| Trigo – BRS Umbu | 41,54 de | 41,62 ab | 16,83 efg | 27,54 b | 32,45 b | 31,03 bcd |
| Trigo – BRS Tarumã | 40,81 def | 40,47 ab | 18,72 def | 24,81 bc | 34,23 ab | 33,37 bc |
| Centeio - Temprano | 63,35 a | 23,06 d | 13,59 fgh | 29,17 a | 37,01 a | 35,31 a |
| Centeio – BRS Serrano | 57,65 ab | 28,11 cd | 12,77 gh | 22,96 bcd | 24,52 cde | 27,34 cd |
| Triticale – IPR 111 | 36,52 def | 42,74 ab | 20,74 cde | 14,49 e | 23,53 cde | 25,26 d |
| Triticale – BRS Saturno | 42,85 d | 34,12 bc | 22,44 cd | 18,60 de | 20,91 de | 25,78 d |
| Média | 42,78 | 38,39 | 18,89 | 22,71 | 27,88 | 30,62 |
| P>F | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| CV, % | 9,47 | 11,17 | 11,02 | 9,48 | 10,19 | 8,49 |

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

As menores participações de espiga ou panícula foram observadas para aveia preta cv. IAPAR 61 e aveia branca cv. IPR 126, as quais não diferiram estatisticamente do centeio cv. Temprano e cv. BRS Serrano. Por outro lado, as maiores concentrações desse componente foram obtidos pela cevada cv. BRS Cauê e BRS Brau (33,05 e 29,21%, respectivamente), e de acordo com Meinerz et al. (2011a) a maior proporção dessa estrutura confere melhor qualidade nutricional a forragem. Porém, segundo os mesmos autores, a qualidade da fração vegetativa aliada a participação da espiga ou panícula tem relação íntima com esse caráter nutricional.

As maiores participações de folha na planta, não coincidentemente, foram dos mesmos

materiais que outrora apresentaram a maior taxa de perfilhamento, mostrando uma relação íntima entre ambas. Observa-se que ambas cultivares de centeio geraram as menores participações de folha na estrutura da planta (23,06 e 28,11% para a cv. Temprano e BRS Serrano, respectivamente), e como consequência, foram as que apresentaram as maiores participações de colmo (63,35 e 57,65% para a cv. Temprano e BRS Serrano, respectivamente). A maior concentração de colmo presente no centeio cv. Temprano faz menção a sua maior altura (tabela 2), e também está diretamente relacionado ao maior teor de matéria seca observado no momento da colheita ($P<0,05$).

O teor de matéria seca do material quando ensilado, e do mesmo na desensilagem permitiu estimar a recuperação de matéria seca (tabela 4), a qual representa bem as perdas ocorridas durante o processo fermentativo, sejam por efluentes, fermentações controláveis ou incontroláveis. Na média geral a recuperação de matéria seca foi de 87,5%, não havendo diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$), comprovando que as condições de fermentação dadas foram semelhantes para todos. Ademais, os valores de recuperação de matéria seca se assemelham aos relatados por Leão (2016) em silagens de cereais de inverno submetidos a manejos de corte.

Ainda na tabela 4 observa-se que a aveia preta cv. IAPAR 61 e a aveia branca cv. IPR 126 apresentaram as maiores produções de biomassa seca ($P<0,05$), com 5038 e 4908 kg $ha^{-1}$, respectivamente, não diferindo porém, da aveia preta cv. EMB 139 e do centeio cv. Temprano. De forma contrária, o triticale cv. IPR 111, com 2441 kg $ha^{-1}$, foi o tratamento menos produtivo ($P<0,05$).

Em estudo semelhante no Rio Grande do Sul, porém com algumas cultivares distintas, Noro et al. (2003) encontraram para a aveia preta cv. IAPAR 61 produção de 7230 kg $ha^{-1}$, sendo superior a todas as demais, enfatizando o verdadeiro potencial produtivo desse material. O motivo pelo qual os autores conseguiram produção superior ao do presente estudo pode estar ligado a maior densidade de sementes utilizado pelos mesmos.

A maioria dos trabalhos de pesquisa enfatizam e comparam os cereais de inverno apenas em produção de biomassa no momento do corte, e não às correlacionam com as possíveis perdas durante o período de ensilagem (MEINERZ et al., 2011b; FLOSS et al., 2007), sendo claro que, o verdadeiro benefício ao produtor consiste na biomassa seca desabastecida do silo, e a produção de biomassa seca corrigida expressa justamente esse valor, pois nele é desconsiderada todas as perdas de matéria seca ocorridas durante o processo de confecção do alimento. Nesse contexto, a aveia preta cv. IAPAR 61 gerou a maior produção de biomassa seca corrigida ($P<0,05$), enquanto o triticale cv. IPR 111 se destacou

negativamente com 2085 kg de MS $ha^{-1}$.

Tabela 4. Produção de biomassa fresca e seca, recuperação de matéria seca e produção de biomassa seca corrigida de diferentes cereais de inverno para produção de silagem pre-secada

| Espécie – Cultivar | Produção de biomassa fresca | Produção de biomassa seca | Recuperação de matéria seca | Produção de biomassa seca corrigida |
|---|---|---|---|---|
| | kg $ha^{-1}$ | | % | kg $ha^{-1}$ |
| Aveia preta – EMB 139 | 20684 a | 4384 abc | 83,1 a | 3639 abc |
| Aveia preta – IAPAR 61 | 21471 a | 5038 a | 92,7 a | 4680 a |
| Aveia branca – IPR 126 | 20126 a | 4908 a | 88,2 a | 4335 ab |
| Aveia branca – URS Taura | 13513 bc | 2502 ef | 89,8 a | 2254 e |
| Cevada – BRS Brau | 12334 bc | 3051 def | 94,5 a | 2883 cde |
| Cevada – BRS Cauê | 13792 bc | 3472 cde | 88,7 a | 3067 cde |
| Trigo – BRS Umbu | 13468 bc | 3607 bcd | 93,9 a | 3385 bcd |
| Trigo – BRS Tarumã | 10073 c | 2537 ef | 90,2 a | 2290 e |
| Centeio – Temprano | 13955 b | 4524 ab | 93,1 a | 4220 ab |
| Centeio – BRS Serrano | 15824 b | 3289 def | 87,7 a | 2899 cde |
| Triticale – IPR 111 | 12600 bc | 2441 f | 85,9 a | 2085 e |
| Triticale – BRS Saturno | 13668 bc | 2541 ef | 93,4 a | 2371 de |
| Média | 15126 | 3524 | 90,1 | 3174 |
| P>F | <0,0001 | <0,0001 | 0,4336 | <0,0001 |
| CV, % | 9,99 | 11,42 | 6,91 | 13,79 |

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

A tabela 5 apresenta a análise financeira da produção de pré-secado, em kg de MS $ha^{-1}$, dos diferentes cereais de inverno, levando em consideração o investimento com insumos (fixo para todos os tratamentos) e o investimento com sementes (variável entre os tratamentos).

Dentre todas as espécies avaliadas cabe destacar a aveia branca cv. IPR 126, ambas as aveias pretas (cv. EMB 139 e IAPAR 61), e o centeio cv. Temprano, como os matérias de melhor custo benefício, sendo esse um reflexo direto da alta produtividade por área desses materiais.

Por outro lado, as cultivares de triticale se mostraram como sendo os tratamentos com maior custo de produção de biomassa seca, sendo esse um reflexo da baixa produtividade $ha^{-1}$.

Tabela 5. Investimento na cultura e custos de produção da biomassa seca de diferentes cereais de inverno para produção de silagem pré-secada

| Espécie | Investimento R$ $ha^{-1}$ | Custo da biomassa seca R$ $kg^{-1}$ |
|---|---|---|
| Aveia preta – EMB 139 | 1015,97 | 0,24 fg |
| Aveia preta – IAPAR 61 | 1053,77 | 0,22 g |
| Aveia branca – IPR 126 | 1057,55 | 0,22 g |
| Aveia branca – URS Taura | 1053,77 | 0,43 abcd |
| Cevada – BRS Brau | 1148,27 | 0,38 bcde |
| Cevada – BRS Cauê | 1160,87 | 0,34 def |
| Trigo – BRS Umbu | 1143,48 | 0,32 efg |
| Trigo – BRS Tarumã | 1139,20 | 0,45 abc |
| Centeio – Temprano | 1093,15 | 0,25 fg |
| Centeio – BRS Serrano | 1156,15 | 0,36 cde |
| Triticale – IPR 111 | 1157,29 | 0,49 a |
| Triticale – BRS Saturno | 1164,54 | 0,47 ab |
| Média | 1124,45 | 0,35 |
| P>F | - | <0,0001 |
| CV, % | - | 12,68 |

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

### 5.4. Conclusão

Dentre os cereais de inverno avaliados, o triticale cv. IPR 111 foi o mais precoce pra produção de pré-secado em estádio de pré-florescimento. A aveia preta cv. IAPAR 61 e a aveia branca cv. IPR 126 foram as mais produtivas e com menor custo de produção de biomassa seca. Já a aveia preta cv. EMB 139 e a aveia branca cv. IPR 126 mostraram maior viabilidade econômica

### 5.5. Agradecimentos

À CAPES pela bolsa de estudo concedida.

### 5.6. Referências bibliográficas

BORTOLINI, P.C.; SANDINI, I.; CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. Cereais de Inverno Submetidos ao Corte no Sistema de Duplo Propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.45-50, 2004.

CARLETTO, R. **Características agronômicas e forrageiras de trigo duplo propósito submetido a sistemas de corte na cv. BRS Umbu**. 2013. 83p. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava – PR. 2013.

CASTRO, G.S.A.; COSTA, C.; NETO, J.F. Ecofisiologia da aveia branca. **Scientia Agraria Paranae**, v.11, n.3, p.1-15, 2012.

DE ANÁLISE, REDE OFICIAL DE LABORATÓRIOS; DE SOLO, E. DE TECIDO VEGETAL. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 2004.

FLOSS, E.L.; PALHANO, A.L.; SOARES FILHO, C.V.; PREMAZZI, L.M. Crescimento, produtividade, caraterização e composição química da aveia branca. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.1, p.1-7, 2007.

LARGE, E.C. Growth stages in cereals. Illustration of the Feeks scale. **Plant Pathology**, v.3, n.4, p.128-129, 1954.

LEÃO, G.F.M. **Estratégias de manejo de cereais de inverno para produção de forragem verde e silagem**. 2016. 99p. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR. 2016.

MARTIN, T.N.; SIMIONATTO, C.C.; BERTONCELLI, P.; ORTIZ, S.; HASTENPFLUG, M.; ZIECH, M.F.; SOARES, A.B. Fitomorfologia e produção de cultivares de trigo duplo propósito em diferentes manejos de corte e densidades de semeadura. **Ciência Rural**, v.40, n.8, p.1695-1701, 2010.

MCGOVERIN, C.M.; SNYDERS, F.; MULLER, N.; BOTES, W.; FOX, G.; MANLEY, M. A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.91, n.7, p.1155-1165, 2011.

MEINERZ, G.R.; OLIVO, C.J.; FONTANELI, R.S.; AGNOLIN, C.A.; FONTANELI, R.S.; HORST, T.; VIÉGAS, J.; BEM, C.M. Valor nutritivo da forragem de genótipos de cereais de inverno de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1173-1180, 2011b.

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

NOLLER, C.H.; STILLONS, M.C.; MARTZ, F.A.; HILL, D.L. Digestion studies with oat silages using a new fecal collection technique. **Journal of Animal Science**, v.18, n.2, p.671-675, 1954.

NORO, G.; SCHEFFER-BASSO, S.M.; FONTANELI, R.S.; ANDREATTA, E. Gramíneas anuais de inverno para produção de forragem: avaliação preliminar de cultivares. **Agrociência**, v.7, n.1, p.35-40, 2003.

POTT, C.A.; MÜLLER, M.M.L.; BERTELLI, P.B. Adubação verde como alternativa agroecológica para recuperação da fertilidade do solo. **Revista Ambiência**, v.3, n.2, p.51-63, 2007.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos**. 3ª reimpressão. Universidade Federal de Viçosa, 2009, 235p.

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; MACHADO, A.A.; BENIN, G.;

SCHEEREN, P.L.; SOUZA, V.Q.; HARTWIG, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes de rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.43, n.3, p.319-326, 2008.

ZEMARCHI, G.; PAVINATO, P.S.; MENEZES, L.F.G.; MARTIN, T.N. Silagem de aveia branca em função da adubação nitrogenada e pré-murchamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.4, p.2185-2196, 2014.

# 6. CAPÍTULO 2 - COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E ESTABILIDADE AERÓBIA DA SILAGEM PRÉ-SECADA DE DIFERENTES CEREAIS DE INVERNO

**Resumo:**

O objetivo do trabalho foi avaliar a composição bromatológica da forragem e da silagem pré-secada de doze cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento para utilização como fonte volumosa proteica. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, composto por doze tratamentos e quatro repetições. Como material experimental utilizou-se aveia preta (*Avena strigosa*) cv. EMB 139 e cv. IAPAR 61; aveia branca (*Avena sativa*) cv. IPR 126 e cv. URS Taura; cevada (*Hordeum vulgare*) cv. BRS Brau e cv. BRS Cauê; trigo (*Triticum aestivum*) cv. BRS Umbu e cv. BRS Tarumã; centeio (*Secale cereale*) cv. Temprano e cv. BRS Serrano; e triticale (*X Triticosecale*) cv. IPR 111 e cv. BRS Saturno. A colheita ocorreu quando as plantas atingiram estádio de pré-florescimento, onde foram pré-murchecidas e ensiladas. A análise de variância mostrou existir variação (P<0,05) nutricional entre as espécies e cultivares avaliadas. O triticale cv. IPR 111 apresentou características químicas notórias em relação aos demais tratamentos, tendo o maior teor de proteína bruta (11,37%), e os menores teores de FDN e FDA (65,79 e 38,09%, respectivamente). Dentre as silagens pré-secadas a cevada cv. BRS Cauê, apresentou a maior concentração de NDT (61,47%). O triticale cv. IPR 111 se mostrou como um alimento de alta qualidade nutricional enquanto forragem, e manteve essas características após conservação. Já a silagem pré-secada da cevada cv. BRS Cauê apresentou o maior potencial de degradabilidade de nutrientes.

**Palavras-chave:** Composição bromatológica, estádio vegetativo, proteína bruta, silagem emurchecida

**Abstract:**

The objective of the work was to assess the bromatological composition of the forage and pre-dried silage from twelve winter cereals harvested in pre-flowering stage as a protein source. The experimental design was a randomized block, composed of twelve treatments and four repetitions. As experimental material we used black oat (*Avena strigosa*) cv. EMB 139 and cv. IAPAR 61; white oat (*Avena sativa*) cv. IPR and 126 hp. URS Taura; barley (*Hordeum vulgare*) cv. BRS Brau and cv. BRS Cauê; wheat (*Triticum aestivum*) cv. BRS Umbu and cv. BRS Tarumã; rye (*Secale cereale*) cv. Temprano and cv. BRS Serrano; and

triticale (*X Triticosecale*) cv. IPR and 111 hp. BRS Saturn. The plants was harvested when they reached a stage of pre-flowering, when they were pre-murchecidas and ensiled. The variance analysis showed that there were differences nutritional among species and cultivars. Triticale cv. IPR 111 showed notorious chemical characteristics in relation to other treatments, highest protein content (11.37%) and lower levels of NDF and ADF (65.79 and 38.09%, respectively). Among the pre-dried silage, barley cv. BRS Cauê, had the highest level of NDT (61.47%). Triticale cv. IPR 111 was shown as a high-quality nutritional food as fodder, and kept these characteristics after preservation. On the other hand, the pre-dried silage barley cv. BRS Cauê showed the highest potential for nutrient degradability.

**Key words:** bromatological composition, vegetative stage, crude protein, faded silage

### 6.1. Introdução

A região Sul do Brasil têm em sua essência um sistema pecuário intensivo que lhe é permitido devido ao alto potencial produtivo e as ótimas condições de cultivo de diversas espécies forrageiras durante todo o ano (OLIVEIRA, 2009). De forma especial, Guarapuava-PR, possui características climáticas ideais para o cultivo de vários cereais de inverno, cada qual com características nutricionais distintas.

Um sistema produtivo profissional trata como obrigatório a utilização de volumosos conservados alternativos durante todo o ano. No tocante a produção desses alimentos, todas as forragens são potencialmente conserváveis e mantedoras de nutrientes, com mais ou menos proteínas, carboidratos solúveis e fibras digestíveis (GALLARDO e CASTRO, 2011).

Dentre os alimentos passiveis de conservação, o milho é o mais utilizado (BERNARDES e REGO, 2014) por ser extremamente energético. Em contrapartida, os cereais de inverno possuem alto teor de proteína, principalmente na fase vegetativa (FONTANELI et al., 2009), além de fibra de alta digestibilidade. Portanto, um não substitui o outro, mas, cada qual tem uma função distinta dentro de cada dieta.

Os cereais de inverno apresentam em seu estádio de pré-florescimento teores de proteína bruta superiores aos demais estádios, porém são pouco energéticos, e ao passarem para o estádio de grão farináceo, sofrem alterações que reduzem a qualidade nutricional da fibra, porém ganham em energia pela deposição acentuada de amido nos grãos (FLOSS et al., 2007).

No Brasil, a utilização de silagens pré-secadas de forrageiras temperadas ainda são tidas como uma alternativa de fornecimento de volumoso de qualidade em períodos de

escassez de pastagens (ZAMARCHI et al., 2014). Porém, na Europa os cereais de inverno vêm passando do *status* de culturas forrageiras estratégicas para épocas de escassez de alimento, a um *status* de cultura forrageira basal das dietas, constituindo uma verdadeira estratégia no planejamento forrageiro (LEMAIRE et al., 2006).

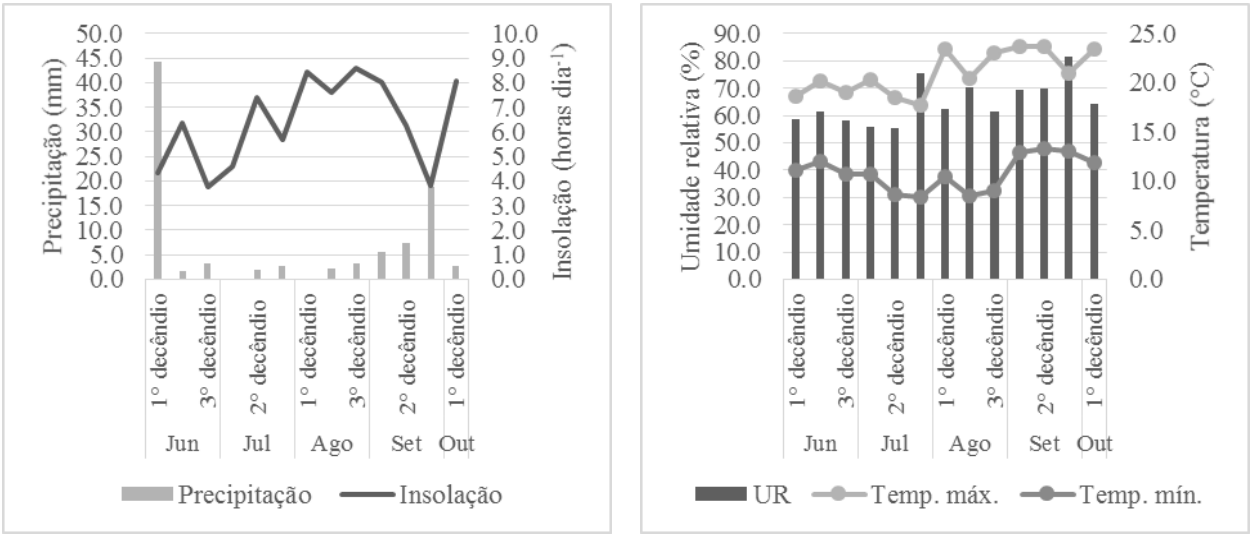
No entanto, a qualidade da forragem produzida pelos cereais de inverno são dependentes de diversos fatores, como a variabilidade entre as espécies, entre genótipos de mesma espécie e sua adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas (MEINERZ et al., 2011a), sendo ainda necessário maiores informações sobre diversos fatores envolvidos na produção destes materiais.

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a composição bromatológica da forragem e da silagem pré-secada de doze cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento.

## 6.2. Material e métodos

O experimento foi conduzido pelo Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) junto ao Curso de Mestrado em Agronomia na área de Produção Vegetal, pertencente ao setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), localizado no município de Guarapuava – PR, situado na zona subtropical do Paraná, sob as coordenadas geográficas 25º23’02” de latitude sul e 51º29’43” de longitude oeste e 1.026 m de altitude.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é o Cfb (Subtropical mesotérmico úmido), com verões amenos e inverno moderado, sem estação seca definida e com geadas severas. A precipitação anual média é de 1.944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C e umidade relativa do ar de 77,9%. Na figura 3 estão expressos as médias de precipitação pluviométrica em mm e insolação em horas $dia^{-1}$, enquanto que na figura 4 estão apontados a temperatura máxima e mínima em ºC e a umidade relativa do ar (UR) em %, em decênios, durante o período experimental.




Fonte: Estação experimental do SIMEPAR/UNICENTRO, Guarapuava –PR

Figura 2. Médias de precipitação pluviométrica (mm), insolação (horas $dia^{-1}$), temperatura máxima e mínima (ºC) e umidade relativa do ar (%), ocorridas no período de cultivo dos cereais de inverno, safra 2014

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Bruno Típico (POTT, 2007), e antes da implantação das culturas apresentava as seguintes características químicas (perfil de 0 a 20 cm): pH $CaCl_2$ 0,01M: 4,7; P: 1,1 mg $dm^{-3}$; $K^+$: 0,2 cmolc $dm^{-3}$; MO: 2,62 g $dm^{-3}$; $Al^{3+}$: 0,0 cmolc $dm^{-3}$; $H^+ + Al^{3+}$: 5,2 cmolc $dm^{-3}$; $Ca^{2+}$: 5,0 cmolc $dm^{-3}$; $Mg^{2+}$: 5,0 cmolc $dm^{-3}$ e saturação de bases (V%): 67,3%.

Os cereais de inverno foram implantadas conforme zoneamento agrícola para a região de Guarapuava-PR em sistema de plantio direto. A semeadura foi realizada com espaçamento %entre linhas de 0,17 metros, profundidade de semeadura de dois centímetros, e densidade de semeadura de 300 sementes $m^{-2}$, com mesma taxa de vigor (87%). A área experimental constituiu de uma área total de 570 m², distribuída em 48 parcelas de 9 m² cada (4,00m x 2,25m), onde cada uma representou uma unidade experimental (repetição).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, composto por doze tratamentos e quatro repetições. Como material experimental utilizou-se aveia preta (*Avena strigosa*) *cv*. EMB 139 e *cv*. IAPAR 61; aveia branca (*Avena sativa*) *cv*. IPR 126 e *cv*. URS Taura; cevada (*Hordeum vulgare*) *cv*. BRS Brau e *cv*. BRS Cauê; trigo (*Triticum aestivum*) *cv*. BRS Umbu e *cv*. BRS Tarumã; centeio (*Secale cereale*) *cv*. Temprano e *cv*. BRS Serrano; e triticale (*X Triticosecale*) *cv*. IPR 111 e *cv*. BRS Saturno. O anexo 2 traz as principais características de cada um dos cereais de inverno utilizados no experimento.

Por ocasião da semeadura, foi realizado adubação de base com 400 kg $ha^{-1}$ do fertilizante formulado 04-20-20 (N-$P_2O_5$-$K_2O$), respeitando recomendações da comissão de

fertilidade do solo de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CQFS RS/SC, 2004). A adubação nitrogenada de cobertura foi parcelada em duas aplicações, a primeira 30 dias após o plantio com 140 kg $ha^{-1}$ de ureia (46-00-00), e a segunda aplicação 30 dias após a primeira, com 250 kg $ha^{-1}$ de ureia (46-00-00), totalizando 191,5 kg de nitrogênio $ha^{-1}$.

As plantas daninhas foram controladas quimicamente com o uso de herbicida a base de *Glifosate* (produto comercial Roundup WG®: 3,0 kg $ha^{-1}$) na dessecação da área experimental 15 dias anterior a semeadura, e no manejo da cultura, 30 dias após o plantio, com a aplicação do herbicida a base de metsulfuron-metyl (produto comercial Ally®: 6,6 g $ha^{-1}$).

Para controle preventivo da Ferrugem-da-folha (*Puccinia triticina*) utilizou-se fungicida a base de *Epoxiconazole + Pyraclostrobin* (produto comercial Opera®: 1 L $ha^{-1}$) no momento do aparecimento dos sintomas, quando 10 a 20% do número total de folhas apresentarem sintomas de ataque.

A colheita dos materiais ocorreu quando as plantas atingiram estádio de pré-florescimento, próximas a escala 10 de Feeks e Large (1954), caracterizado pelo final do alongamento do colmo, quando a bainha da folha bandeira se encontrava completamente desenvolvida, mas as espigas ainda não eram visíveis.

Logo após a colheita, o material foi pré murchecido a campo até atingir teores de matéria seca ideais para ensilagem. Para a ensilagem do material cortado e pré-secado, foram utilizados silos de laboratório confeccionados com tubos de PVC, com 40 cm de altura e 10 cm de diâmetro. O material foi prensado manualmente nos silos com soquete de madeira visando estabelecer uma densidade específica média de 650 kg de MV $m^{-3}$. Após o enchimento, os silos foram vedados com lona dupla face e fita adesiva, identificados, pesados e armazenados à sombra, em condições controladas de laboratório.

Tanto após o corte das forragens, como após a abertura do silos, amostras de 0,500 kg de cada material foram enviados imediatamente ao laboratório para determinação dos teores de matéria seca, utilizando estufa de ar forçado regulada a 55 °C, onde as amostras permaneceram até a obtenção de peso constante. Em seguida, as amostras pré secas do material original foram moídas em moinho tipo "Willey", com peneira de 1 mm.

Nas amostras pré-secas foram determinadas teores de proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl e de matéria mineral (MM) por incineração a 550 ºC (4 horas). Também foram determinados os teores de fibra em detergente neutro (FDN), e os teores de fibra em detergente ácido (FDA), conforme descrições de Silva e Queiroz (2009).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT, %) foram obtidos via equação [NDT, % = 87,84

– (0,70 x FDA)], enquanto que o valor relativo do alimento foi estimado através da equação {VRA = [(%NDT x %CMSPV) / 129] x 100}, ambas sugeridas por Bolsen (1996). A energia líquida de lactação foi mensurada através da equação {ElL = [(0,0245 x %NDT) – 0,12]}, conforme Moe e Tyrrel (1976). O consumo de matéria seca em percentagem de peso vivo foi estimado via equação (CMSPV, % = 120 / FDN).

As perdas de PB foram calculadas pela equação {[(PBMNf x PBMSf) / (PBMNi x PBMSi)] x 100}, onde, PBMNf: PB da matéria natural final; PBMSf: PB da matéria seca final; PBMNi: PB da matéria natural final; PBMSi: PB da matéria seca inicial. As perdas de FDN e FDA foram calculados seguindo o mesmo modelo matemático, substituindo apenas a variável em questão.

As avaliações da estabilidade aeróbia foram obtidas através de medidas de temperatura e pH, as quais foram iniciadas após a abertura dos silos. Em cada silo, a silagem foi descompactada para facilitar a exposição do material ensilado ao ar conforme descrito por Kung Jr. et al. (2000), e uma amostra de 400 g do material foi alocado em baldes com capacidade para 4 kg. O período experimental teve duração de 168 horas (7 dias após abertura dos silos).

Os baldes foram acondicionados em sala com controle de temperatura, programada para permanecer em temperatura constante de 25°C, durante todo o período experimental. Para determinar a estabilidade aeróbia das silagens, foi realizada a leitura da temperatura das silagens diretamente nos baldes, utilizando um termômetro de haste longa modelo Gulterm 1001 digital inserido no centro da massa da forragem. As leituras de temperatura foram realizadas diariamente, às 6h, às 12h e às 18h, juntamente com as leituras de pH. As leituras de pH foram feitas através do uso de peagâmetro digital, de acordo com a metodologia estabelecida por Cherney e Cherney (2003).

O critério para definição de quebra da estabilidade aeróbia foi considerado quando a temperatura do material ensilado excedesse em 2ºC a temperatura ambiente conforme orientação de Taylor e Kung Jr. (2002), ou quando o pH aumentasse em níveis acima de 0,5 unidades em até cinco dias conforme citado por Weinberg et al. (2008).

Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, a fim de verificar os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância, respectivamente. Uma vez atendidos estes pressupostos, aplicou-se o teste F a 5% de probabilidade de confiança, através da Análise de Variância (ANOVA) e em seguida o teste Tukey de comparação de múltiplas médias a 5% de significância, por intermédio do programa SAS (1993). Os dados referentes a estabilidade aeróbia foram conduzidos para análise de regressão (proc reg) do programa

estatístico SAS (1993).

### 6.3. Resultados e discussão

As forrageiras de clima temperado são caracterizadas pelos seus elevados teores de proteína bruta, em especial no estádio de pré-florescimento (FONTANELI et al., 2009). Ademais, outros autores afirmam que nesse ponto de corte as frações FDN e FDA tendem a ser reduzidas em comparação ao corte mais tardio (FLOSS et al., 2007). Porém, além do estádio de maturidade, outros fatores podem interferir na composição bromatológica da forragem, como por exemplo a espécie, o número de perfilhos por planta e a idade da mesma (QUEIROZ et al., 2000).

Ao observar os dados da tabela 6, nota-se que o triticale cv. IPR 111 apresentou maior teor de proteína bruta (11,37%), e menores níveis de FDN e FDA (65,79 e 38,09%, respectivamente), ainda que não tenha diferido estatisticamente de alguns tratamentos nas diferentes variáveis. Embora não apresentado nesse trabalho, essa cultivar apresentou o ciclo mais precoce (88 dias) e o menor perfilhamento dentre os cereais de inverno avaliados, o que pode ter interferido em tal acontecimento.

Como supracitado e sustentado por Paciullo et al., (2007), o avanço da idade e o maior número de perfilhos resultam em incremento nos componentes da parede celular e redução nos teores de proteína bruta. Reforçando tal hipótese, Ferolla et al. (2008) afirmaram que essa oscilação na constituição de compostos nitrogenados e carboidratos ocorre devido ao crescimento da parede celular com intuito de proporcionar estabilidade estrutural.

De forma contrária, a aveia preta cv. IAPAR 61 e o centeio cv. Temprano apresentaram os menores teores de proteína bruta (8,06 e 8,48%, respectivamente), e foram os cereais que alcançaram o estádio de pré-florescimento mais tardiamente (133 dias). Com a elongação da planta, mesmo em estádio de pré-florescimento, há um decréscimo no teor de proteína bruta, assim como na qualidade da fibra.

Ainda na tabela 6, nota-se que o centeio cv. Temprano obteve o menor teor de hemicelulose, fração mais degradável dos carboidratos fibrosos, em sua constituição (25,66%). Essa cultivar é caracterizada pelo seu alto porte no estádio de pré-florescimento, com predominância de colmo em relação as folhas, sendo a primeira fração pobre em hemicelulose, o que justifica tal resultado.

Em relação a matéria mineral, o trigo cv. BRS Umbu se destacou negativamente dos demais tratamentos, apresentando 4,31% em sua constituição. Já a aveia preta cv. EMB 139 foi o cereal que apresentou o maior teor de matéria mineral (5,87%), no entanto, essa mesma

cultivar juntamente com o triticale cv. BRS Saturno apresentaram os maiores (P<0,05) teores de FDN (74,09 e 74,22%, respectivamente).

Tabela 6. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), da forragem dos diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento

| Espécie – Cultivar | MS | PB | MM | FDN | FDA |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | % na MS | | |
| Aveia preta – EMB 139 | 21,19 cdef | 9,28 ab | 5,87 a | 74,09 a | 46,82 a |
| Aveia preta – IAPAR 61 | 23,46 bcd | 8,06 b | 5,73 ab | 72,09 ab | 45,90 ab |
| Aveia branca – IPR 126 | 24,34 bcde | 8,85 ab | 5,57 abc | 70,97 abc | 44,89 abc |
| Aveia branca – URS Taura | 18,51 f | 9,96 ab | 5,62 abc | 66,85 cd | 38,69 e |
| Cevada – BRS Brau | 24,78 bc | 8,87 ab | 4,66 bcd | 70,56 abc | 39,20 de |
| Cevada – BRS Cauê | 25,28 ab | 8,65 ab | 5,05 abcd | 68,65 bcd | 38,80 e |
| Trigo – BRS Umbu | 26,78 b | 9,46 ab | 4,31 d | 70,06 abc | 41,42 cde |
| Trigo – BRS Tarumã | 25,21 b | 9,36 ab | 4,50 cd | 70,22 abc | 40,04 de |
| Centeio - Temprano | 32,38 a | 8,48 b | 4,72 abcd | 69,57 bcd | 43,90 abc |
| Centeio – BRS Serrano | 20,78 def | 10,27 ab | 5,44 abcd | 70,31 abc | 42,96 bcd |
| Triticale – IPR 111 | 19,43 ef | 11,37 a | 5,22 abcd | 65,79 d | 38,09 e |
| Triticale – BRS Saturno | 18,68 f | 10,27 ab | 5,61 abc | 74,22 a | 44,35 abc |
| Média | 23,40 | 9,38 | 5,19 | 70,27 | 42,08 |
| P>F | <0,0001 | 0,0359 | 0,0003 | <0,0001 | <0,0001 |
| CV, % | 6,90 | 12,36 | 9,09 | 2,38 | 3,62 |

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Sabe-se que a FDN de qualquer volumoso possui relação direta com o consumo, onde, quanto menor for o teor de FDN da forragem, maior é a capacidade de consumo por parte do animal, portanto, o triticale cv. IPR 111, que fora o tratamento com menor nível de FDN (tabela 6), apresenta-se como sendo a forragem de maior potencial de consumo (1,82% do peso vivo) e com um dos maiores níveis de NDT em sua constituição (61,18%) (tabela 7). Ademais, a soma dessas duas características proporcionaram a essa forragem o maior valor relativo do alimento (P<0,05), além de alta densidade calórica (1,063 Mcal kg de leite$^{-1}$), porém, para todas as variáveis, a aveia branca cv. URS Taura foi semelhante estatisticamente.

Lopes et al. (2008) avaliaram a composição bromatológica do triticale em diferentes idades de corte e concluíram que o material apresenta superioridade nutricional no intervalo de 83 a 90 dias, semelhante a idade de corte do presente estudo para o referido tratamento.

Todas as cultivares alcançaram teores de NDT superior ao mínimo de 55%

recomendado pelo NRC (2001) como necessário para ruminantes. De forma geral, os valores de NDT para todos os cereais de inverno avaliados foram muito semelhantes aos encontrados no NRC (2001). Já os valores de energia liquida de lactação tanto da forragem como da silagem pré-secada (tabela 7 e 10, respectivamente) podem ser classificados como ótimos (COSTA, et al., 2005).

Tabela 7. Valores de nutrientes digestíveis totais (NDT), estimativa de consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo (CMSPV), valor relativo do alimento (VRA), e energia liquida de lactação (ElL) da forragem dos diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento

| Espécie – Cultivar | NDT | CMSPV | VRA | ElL |
|---|---|---|---|---|
| | % na MS | % | índice | Mcal kg de $MS^{-1}$ |
| Aveia preta – EMB 139 | 55,07 e | 1,62 d | 69,18 g | 0,551 e |
| Aveia preta – IAPAR 61 | 55,71 de | 1,67 cd | 71,98 efg | 0,605 de |
| Aveia branca – IPR 126 | 56,42 cde | 1,69 bcd | 74,08 defg | 0,664 cde |
| Aveia branca – URS Taura | 60,76 a | 1,80 ab | 84,58 ab | 1,029 a |
| Cevada – BRS Brau | 60,40 ab | 1,70 bcd | 79,68 abcd | 0,998 ab |
| Cevada – BRS Cauê | 60,68 a | 1,75 abc | 82,38 abc | 1,022 a |
| Trigo – BRS Umbu | 58,85 abc | 1,71 bcd | 78,23 bcdef | 0,869 abc |
| Trigo – BRS Tarumã | 59,81 ab | 1,71 bcd | 79,23 abcde | 0,949 ab |
| Centeio - Temprano | 57,11 cde | 1,73 abc | 76,38 cdefg | 0,722 cde |
| Centeio – BRS Serrano | 57,77 bcd | 1,71 bcd | 76,48 cdefg | 0,778 bcd |
| Triticale – IPR 111 | 61,18 a | 1,82 a | 86,53 a | 1,063 a |
| Triticale – BRS Saturno | 56,80 cde | 1,62 d | 71,20 fg | 0,696 cde |
| Média | 58,37 | 1,70 | 77,48 | 0,82 |
| P>F | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| CV, % | 1,83 | 2,42 | 3,99 | 10,83 |

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Os valores da composição bromatologica da silagem pré-secada estão apresentados na tabela 9. Nela observa-se que um dos tratamentos que se sobressaíram no que diz respeito ao teor de proteína bruta foi o triticale cv. IPR 111 (10,55 %). Esse valor pode ser considerado como mediano, sendo superior ao relatado por Kara et al. (2010) (8,3%), porém menor que os 11,4% achados por Oliveira et al. (2010).

Outra silagem destaque foi a de aveia branca cv. URS Taura, a qual apresentou níveis de proteína bruta superior à aveia preta cv. IAPAR 61 (P<0,05). No entanto, David et al., (2010) relataram teor de proteína bruta de 6,2% para aveia branca e 8,2% para aveia preta,

com diferença significativa. Tais resultados demostram a divergência que existe entre as espécies, principalmente entre as cultivares da mesma espécie, sendo imprescindível mais estudos específicos para cada região.

A aveia preta cv. IAPAR 61 ganhou destaque negativo, com apenas 7,41% de proteína bruta na sua composição, porém esse valor é semelhante ao descrito por David et al., (2010) de 7,90%. Quando se considera o processo fermentativo da silagem, esse baixo nível de proteína bruta reduz a capacidade tamponante do material ensilado, proporcionando rápida redução de pH, e estabilizando a massa ensilada mais rapidamente (CHERNEY e CHERNEY, 2003).

Independente dos cereais, todas as silagens apresentaram teores médios de proteína bruta inferiores aos encontrados no NRC (2001). Porém, na média geral, os valores obtidos para FDN e FDA foram superiores aos encontrados por Meinerz et al. (2011b) e por Lehmen et al. (2014).

Apenas as duas cultivares de cevada e o triticale cv. IPR 111 apresentaram teores de FDA dentro do preconizado para que não haja restrição no consumo de forragem. Segundo Meinerz et al. (2011a), forragens com valores de FDA superior a 40% acarretam redução em no consumo, além de apresentar baixa digestibilidade. O baixos níveis de FDA encontrados em ambas cultivares de cevada já havia sido relatado por Huuskonen (2013), o qual relata a baixa quantidade de material lignificado e o alto potencial de digestão desse material.

A silagem pré-secada do triticale cv. BRS Saturno apresentou teor de FDN superior em comparação aos outros materiais avaliados. Esta característica é bastante concisa em literatura, a qual inclusive é um dos fatores que conferem a esta forragem uma grande rusticidade e maior resistência a doenças foliares (CARVALHO et al., 2013). Em contrapartida, a cevada cv. BRS Cauê apresentou o menor teor de FDN ($P<0,05$), e não por menos é um cultivar altamente susceptível ao ataque de fungos.

Como citado anteriormente, a hemicelulose é o constituinte da FDN que possui maior potencial de digestão (NUSSIO et al., 2011). Ademais, este componente possui papel importante dentro do processo fermentativo, pois a solubilização da mesma durante o processo aumentaria o nível de carboidratos solúveis (ROOKE e HATFIELD, 2003), o que permitiria uma silagem com valor nutricional elevado por um período maior de tempo. Dentro desse contexto, a cevada cv. BRS Brau se apresenta com maior potencial de estabilidade, com 31,95% de hemicelulose em sua constituição. No entanto, essa mesma cultivar apresentou o menor teor de matéria mineral (4,21%), enquanto o triticale cv. IPR 111 obteve o maior valor (6,64%).

Em tese defendida por Junges (2014), o autor elucidou a tendência de que os teores de matéria mineral de silagens fossem superiores ao da forragem, isso pelo fato de que com as perdas de matéria orgânica durante o processo fermentativo tenha-se uma concentração dessa fração. Isso ficou muito evidente na silagem pré-secada do triticale cv. IPR 111, a qual teve um aumento de 27% na matéria mineral em relação aos teores da forragem (5,22% contra 6,64%).

Tabela 8. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), da silagem pré-secada dos diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento

| Espécie – Cultivar | MS | PB | MM | FDN | FDA |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | % na MS | | |
| Aveia preta – EMB 139 | 51,2 e | 9,18 ab | 5,36 bcd | 71,69 ab | 47,99 a |
| Aveia preta – IAPAR 61 | 62,5 de | 7,41 b | 4,89 bcd | 71,26 ab | 46,13 abc |
| Aveia branca – IPR 126 | 61,3 de | 8,29 ab | 4,91 bcd | 72,03 ab | 47,22 ab |
| Aveia branca – URS Taura | 53,8 e | 10,10 a | 5,41 abcd | 69,62 bc | 42,05 cd |
| Cevada – BRS Brau | 72,5 bc | 8,26 ab | 4,21 d | 71,50 ab | 39,56 ed |
| Cevada – BRS Cauê | 63,0 de | 8,54 ab | 4,78 bcd | 65,85 c | 37,67 e |
| Trigo – BRS Umbu | 71,5 bcd | 9,28 ab | 4,30 cd | 71,98 ab | 42,32 cd |
| Trigo – BRS Tarumã | 70,0 cd | 9,30 ab | 4,61 bcd | 74,01 ab | 43,49 bcd |
| Centeio - Temprano | 72,9 bc | 9,09 ab | 5,19 bcd | 73,93 ab | 45,95 abc |
| Centeio – BRS Serrano | 53,0 e | 9,14 ab | 5,46 abc | 71,99 ab | 46,98 ab |
| Triticale – IPR 111 | 60,5 de | 10,55 a | 6,64 a | 66,08 c | 39,91 ed |
| Triticale – BRS Saturno | 76,5 a | 9,69 ab | 5,57 ab | 75,76 a | 45,87 abc |
| Média | 64,1 | 9,06 | 5,11 | 71,30 | 43,75 |
| P>F | <0,0001 | 0,0330 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| CV, % | 7,07 | 11,34 | 9,67 | 2,88 | 3,87 |

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Na tabela 9 pode-se observar que as concentrações de nutrientes digestíveis totais de todos os tratamentos apresentaram valores próximos aos descritos no NRC (2001) e dos relatados por David et al. (2010) em estádio de pré-florescimento, que variaram de 52,5 a 55,5%.

Contrariamente ao que se pode observar na tabela 7 em relação as forragens, onde o triticale cv. IPR 111 e a aveia branca URS Taura superaram os valores dos demais cereais em todas as variáveis, dentre as silagens pré-secadas (tabela 9) o grande destaque foi a cevada cv. BRS Cauê, apresentando a maior concentração de NDT (61,47%), o maior potencial de

consumo parte do animal (1,83% do peso vivo), o que lhe proporcionou o maior valor relativo do alimento (86,98), sendo esse um bom indicativo comparativo para alimentos volumosos. Por último, a maior energia líquida de lactação também ficou incumbida a cevada cv. BRS Cauê, com 1,89 Mcal kg de leite$^{-1}$, mostrando que o processo fermentativo pode provocar alterações em qualquer alimento que passe por ele. Tal tratamento se assemelhou estatisticamente ao triticale cv. IPR 111 também.

Tabela 9. Valores de nutrientes digestíveis totais (NDT), estimativa de consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo (CMSPV), valor relativo do alimento (VRA), e energia liquida de lactação (ElL) da silagem pré-secada dos diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento

| Espécie – Cultivar | NDT | CMSPV | VRA | ElL |
|---|---|---|---|---|
| | % na MS | % | índice | Mcal kg de MS$^{-1}$ |
| Aveia preta – EMB 139 | 54,25 e | 1,68 bc | 70,43 cd | 0,782 e |
| Aveia preta – IAPAR 61 | 55,55 cde | 1,68 bc | 72,55 cd | 0,591 cde |
| Aveia branca – IPR 126 | 54,79 de | 1,67 bc | 70,78 cd | 0,527 de |
| Aveia branca – URS Taura | 58,41 bc | 1,73 ab | 78,10 bc | 0,832 bc |
| Cevada – BRS Brau | 60,15 ab | 1,68 bc | 78,45 abc | 0,978 ab |
| Cevada – BRS Cauê | 61,47 a | 1,83 a | 86,98 a | 1,089 a |
| Trigo – BRS Umbu | 58,22 bc | 1,67 bc | 75,25 cd | 0,815 bc |
| Trigo – BRS Tarumã | 57,40 bcd | 1,62 bc | 72,15 cd | 0,746 bcd |
| Centeio – Temprano | 55,68 cde | 1,63 bc | 70,23 cd | 0,602 cde |
| Centeio – BRS Serrano | 54,96 de | 1,67 bc | 71,03 cd | 0,542 de |
| Triticale – IPR 111 | 59,91 ab | 1,82 a | 84,40 ab | 0,957 ab |
| Triticale – BRS Saturno | 55,73 bcd | 1,58 c | 68,63 d | 0,606 cde |
| Média | 57,20 | 1,68 | 74,91 | 0,73 |
| P>F | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| CV, % | 2,07 | 2,91 | 4,71 | 13,66 |

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Porém, assim como observado nas forragens, a silagem pré-secada com menor concentração de nutrientes digestíveis totais se manteve na aveia preta cv. EMB 139, com 55,07% quando forragem (tabela 2) e com 54,25% na silagem pré-secada.

Traçando um comparativo entre os diferentes cereais de inverno quando forragem e após conservação, é possível observar que alguns matérias são mais capazes de mantes suas características nutricionais, através de menores perdas (Tabela 11).

Na tabela 10 é apresentado os valores referentes as perdas de PB, FDN e FDA

ocorrida durante o processo de pré-secagem a campo e o processo fermentativo no silo. Apesar de ser encontradas diferenças de 19,1% para PB, 18,5% para FDN e 17,3% para FDA, a análise de variância não mostrou haver diferença significativa para nenhuma das variáveis em questão.

Tabela 10. Perdas de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido ocorridas entre a colheita e a abertura dos silos

| Espécie – Cultivar | Perda de PB | Perda de FDN | Perda de FDA |
|---|---|---|---|
| | | % | |
| Aveia preta – EMB 139 | 15,3 | 19,7 | 14,9 |
| Aveia preta – IAPAR 61 | 11,6 | 5,5 | 3,9 |
| Aveia branca – IPR 126 | 15,3 | 10,4 | 7,2 |
| Aveia branca – URS Taura | 9,2 | 6,3 | 1,9 |
| Cevada – BRS Brau | 10,9 | 4,2 | 4,6 |
| Cevada – BRS Cauê | 12,7 | 14,3 | 13,4 |
| Trigo – BRS Umbu | 6,9 | 3,5 | 4,1 |
| Trigo – BRS Tarumã | 7,4 | 4,9 | 2,1 |
| Centeio – Temprano | 0,2 | 1,2 | 2,7 |
| Centeio – BRS Serrano | 19,3 | 10,1 | 3,9 |
| Triticale – IPR 111 | 9,6 | 1,4 | - 2,4 |
| Triticale – BRS Saturno | 11,9 | 4,7 | 3,4 |
| Média | 10,9 | 7,2 | 5,0 |
| P>F | 0,8694 | 0,5627 | 0,7689 |
| CV, % | 16,84 | 11,61 | 11,63 |

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

De acordo com Pereira et al. (2006), em materiais pré-secados, as perdas podem chegar a 7% durante a colheita e a 10% no processo de ensilagem, sendo os compostos nitrogenados, representados pela PB, e a fração FDN os responsáveis pelas maiores perdas da matéria seca. Na média geral, observou-se 10,9% de perda de PB e 7,2% de perda da FDN.

Ainda é possível notar que o triticale cv. IPR 111 apresentou um acréscimo de 2,4% de FDA do momento do corte até a abertura do silo. Sugere-se que houve uma degradação mais acentuada da fração hemicelulose desse material durante a fase de fermentação, gerando perdas de FDN, mas concentrando a fração FDA.

A figura 3 mostra o tempo, em horas, para perda da estabilidade aeróbia das silagens pré-secadas dos cereais de inverno avaliados. Cabe destacar que o trigo, independentemente

da cultivar, perdeu sua estabilidade com 136 horas após abertura dos silos, e o centeio cv. Temprano em 152 horas. Os demais materiais se mantiveram estáveis até o término do período de avaliação. Os resultados em questão se assemelham aos encontrados por Leão (2016).

Estabilidade aeróbia, por definição, seria a resistência a degradação do material quando exposto ao ar, uma vez que quando isto ocorre, há colonização do material por vários microrganismos, em especial pelas leveduras, as quais convertem o ácido lático e substratos presentes em etanol, o qual não possui valor conservativo. Sendo assim, o pH aumenta e outros microrganismos começam a se desenvolver, aumentando o metabolismo e consequente temperatura do material ensilado (PAHLOW et al., 2003).

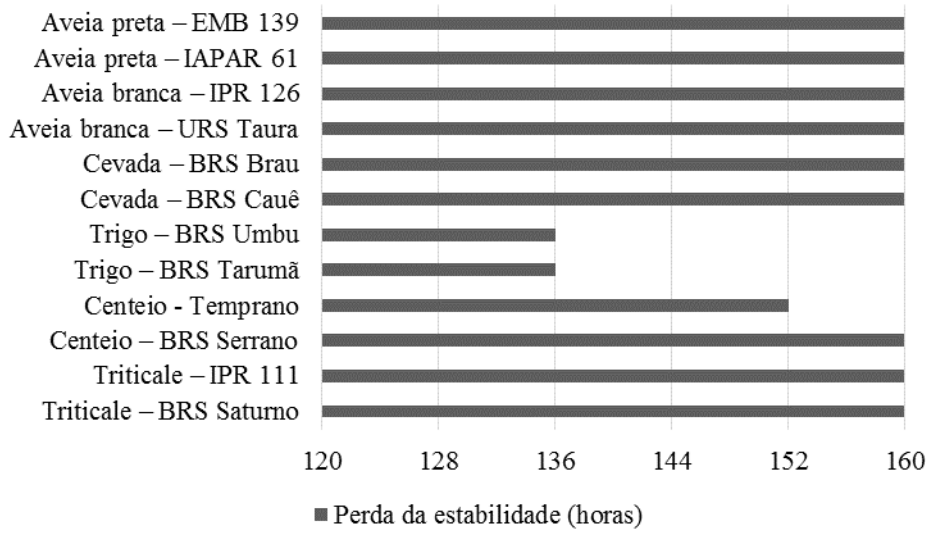



Figura 3. Avaliação do tempo, em horas, para perda da estabilidade aeróbia de silagens pré-secadas dos cereais de inverno avaliados

### 6.4. Conclusão

A aveia branca URS Taura e o triticale cv. IPR 111 se mostraram superiores na qualidade nutricional enquanto forragem, porém o triticale foi capaz de manter melhor essas características após conservação.

### 6.5. Agradecimentos

À CAPES pela bolsa de estudo concedida.

### 6.6. Referências bibliográficas

BERNARDES, T.F; REGO, A.C. Study on the pratices of silage production and utilization on

Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v.97, n.3, p.1852-1861, 2014.

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

CARVALHO, P.C.F.; SANTOS, D.T.; GONÇALVES, E.N.; MORAES, A.; NABINGER, C. Forrageiras de clima temperado. In: FONSECA, D.M; MATURSCELLO, J.A: **Plantas forrageiras**. p.494-537, 2013.

CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing silage quality. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. Madison, 2003. p.141-198.

CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing silage quality. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**, 2003. p.141-198.

COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.D.C.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R.; PAULINO, P.V.R.; PAIXÃO, M.L. Validação das equações do NRC (2001) para predição do valor energético de alimentos nas condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.280-287, 2005.

DAVID, D.B.D.; NÖRNBERG, J. L.; AZEVEDO, E.B.D., BRÜNING, G.; KESSLER, J.D.; SKONIESKI, F.R. Nutritional value of black and white oat cultivars ensiled in two phenological stages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1409-1417, 2010.

DE ANÁLISE, REDE OFICIAL DE LABORATÓRIOS; DE SOLO, E. DE TECIDO VEGETAL. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2004.

FEROLLA, F.S.; VÁSQUEZ, H.M.; SILVA, J.; VIANA, A.P.; DOMINGUES, F.N.; LISTA, F.N. Composição bromatológica e fracionamento de carboidratos e proteínas de aveia-preta e triticale sob corte e pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.197-204, 2008.

FLOSS, E.L.; PALHANO, A.L.; SOARES FILHO, C.V.; PREMAZZI, L.M. Crescimento, produtividade, caracterização e composição química da aveia branca. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.1, p.1-7, 2007.

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

GALLARDO, M. e CASTRO, H. Lo pico o no lo pico. ¿cuándo lo pico?. In. **Producir XXI, Bs. As.**, v.19, n.237, p.40-45, 2011.

HUUSKONEN, A. Performance of growing and finishing dairy bulls offered diets base on whole crop barley silage with or without protein supplementation relative to a grass silage-

based diet. **Agricultural and Food Science**, v.22, p.424-434, 2013.

JUNGES, D. **Tempo de armazenamento e manejo do painel no valor nutritivo de silagens de milho**. Tese – Doutorado em Ciência Animal e pastagens, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 149p, 2014.

KARA, B.; AYHAN, V.; AKMAN, Z.; ADIYAMAN, E. Determination of silage quality, herbage and hay yield of different triticale cultivars. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.4, n.3, p.167-171, 2009.

KUNG JR., L.; ROSINLOON, J.R.; RANJIT, K. Microbial populations, fermentation and-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1479-1486, 2000.

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

LEMAIRE, G.; DELABY, L.; FIORELLE, J.L. Adaptations agronomiques au risque de sécherese – Systémes fourragers et álevage. In: **Sécheresse et agriulture réduire la vulnérabilité de l'agriculture à um risque accru de manque d'eau**. Paris, 371p., 2006.

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

MEINERZ, G.R.; OLIVO, C.J.; FONTANELI, R.S.; NORNBERG, J.L.; AGNOLIN, C.A.; SCHEIBLER, R.B.; FONTANELI, R.S. Valor nutritivo da forragem de genótipo de cereais de inverno de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1173-1180, 2011a.

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

MOE, P.W.; TYRRELL, H.F. Estimating metabolizable and net energy of feeds. In: International symposium on feed composition, animal nutrient requirements, and computerization of diets, 1., 1967, Logan. **Proceedings...** Logan: Utah State University, p.232-237, 1976.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

NUSSIO, L.G; CAMPOS, F.P; LIMA, M.L.M. Metabolismo de Carboidratos Estruturais.In:

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. p.193-238. 2.ed., Jaboticabal: Funep, 2011.

OLIVEIRA, J.S.; LANES, É.C.M.D.; LOPES, F.C.F.; ALMEIDA, E.J.D.D.; CARMO, S.G.D. Valor nutricional da planta, padrões de fermentação e qualidade da silagem de triticale em seis idades de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.3, p.765-772, 2010.

OLIVEIRA, J.T. **Distribuição estacional de forragem, valor Nutritivo e rendimento de grãos de cereais de Inverno de duplo propósito**. Dissertação (Mestrado) em Agronomia da UPF, Passo Fundo, 2009.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.D.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. Pesquisa **Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p.573-579, 2007.

PEREIRA, O.G.; GOBBI, K.F.; PEREIRA, D.H.; RIBEIRO, K.G. Conservação de forragens como opção para o manejo de pastagens. **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, v.43, p.507-539, 2006.

POTT, C.A.; MÜLLER, M.M.L.; BERTELLI, P.B. Adubação verde como alternativa agroecológica para recuperação da fertilidade do solo. **Revista Ambiência**, v.3, n.2, p.51-63, 2007.

QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, J.A.; MARIA, J. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. Digestibilidade in vitro e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.53-60, 2000.

ROOKE, J.A; HATFIELD, R.D. Biochemistry of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage Science and Technology**. Madison, p.95-135, 2003

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos**. 3ª reimpressão. Universidade Federal de Viçosa, 2009, 235p.

TAYLOR, C.C.; KUNG JR., L. The effect of Lactobacillus buchneri on fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.6, p.126-1532, 2002.

WEINBERG, Z.G.; CHEN, Y. Effects of storage period on the composition of whole crop wheat and corn silages. **Animal Feed Science and Technology**, v.185, n.3, p.196-200, 2013.

ZEMARCHI, G.; PAVINATO, P.S.; MENEZES, L.F.G.; MARTIN, T.N. Silagem de aveia branca em função da adubação nitrogenada e pré-murchamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.4, p.2185-2196, 2014.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA,

S.F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**, p.31-94, 2003.

# 7. CAPÍTULO 3 - COMPOSIÇÃO DA FIBRA E DEGRADABILIDADE DA FORRAGEM E DA SILAGEM PRÉ-SECADA DE CEREAIS DE INVERNO COLHIDOS EM ESTÁDIO DE PRÉ-FLORESCIMENTO

**Resumo**

O objetivo do trabalho foi avaliar os teores de hemicelulose, celulose e lignina, bem como a taxa de degradabilidade da matéria seca, da forragem e da silagem pré-secada, de diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento. O experimento foi conduzido pelo Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) junto ao Curso de Mestrado em Agronomia na área de Produção Vegetal, pertencente ao setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), localizado no município de Guarapuava – PR. Como material experimental utilizou-se aveia preta (*Avena strigosa*) *cv*. EMB 139 e *cv*. IAPAR 61; aveia branca (*Avena sativa*) *cv*. IPR 126 e *cv*. URS Taura; cevada (*Hordeum vulgare*) *cv*. BRS Brau e *cv*. BRS Cauê; trigo (*Triticum aestivum*) *cv*. BRS Umbu e *cv*. BRS Tarumã; centeio (*Secale cereale*) *cv*. Temprano e *cv*. BRS Serrano; e triticale (*X Triticosecale*) *cv*. IPR 111 e *cv*. BRS Saturno. A degradabilidade da matéria seca foi estimada pela técnica in situ, onde, os tempos de incubação utilizados foram de 0, 6, 12, 24 e 48 horas. Para tal, foram utilizados dois novilhos com 24 meses de idade, peso vivo médio de 350 kg, portadores de fístula ruminal. Notou-se uma similaridade entre os resultados de degradabilidade da forragem e da silagem pré-secada, tomando as mesmas tendências. A cevada cv. BRS Brau obteve o maior teor de hemicelulose em sua composição, porém, o triticale IPR 111 foi o tratamento com maior potencial de degradabilidade, tanto como forragem quanto silagem pré-secada.

**Palavras-chave:** Composição química, desaparecimento ruminal, fibra em detergente neutro, forrageiras hibernais, lignina

**Abstract**

The current work aimed to evaluate the hemicellulose, cellulose, lignin and the rate of degradability of dry matter from forage and pre-dried silage of different winter cereals harvested in the pre-flowering stage. The experiment was conducted by the Animal Production Center (NUPRAN) with Master's Degree in Agronomy in the area of Plant Production, belonging to the sector of Agricultural and Environmental Sciences of the State University of Midwest (UNICENTRO), located in Guarapuava - PR. As experimental

material was used black oat (Avena strigosa) cv. EMB 139 and cv. IAPAR 61; white oat (Avena sativa) cv. IPR and 126 hp. URS Taura; barley (Hordeum vulgare) cv. BRS Brau and cv. BRS Cauê; wheat (Triticum aestivum) cv. BRS Umbu and cv. BRS Tarumã; rye (Secale cereale) cv. Temprano and cv. BRS Serrano; and triticale (X Triticosecale) cv. IPR and 111 hp. BRS Saturn. The degradability of dry matter was measured in situ where the incubation times used were 0, 6, 12, 24 and 48 hours. So that, we used two steers at 24 months of age, average weighting of 350 kg and with a ruminal fistula. A similarity was observed in the results between degradability of forage and pre-dried silage, having the same trends. Barley cv. BRS Brau had the highest hemicellulose content in its composition, however, the IPR 111 triticale was the treatment with the highest degradability potencial, both as fodder as pre-dried silage.

**Key words:** Chemical composition, ruminal disappearance, neutral detergent fiber, hibernal forages, lignin

### 7.1. Introdução

Inúmeros modelos têm sido desenvolvidos (ELLIS et al., 1994; FRANCE et al., 1998; MERTENS, 2005), ou funções matemáticas tradicionais reajustadas para ser utilizado na interpretação de estudos da cinética ruminal.

Porém, para aplicação de novos sistemas de predição de exigências em nutrição de ruminantes necessita-se de estimativas de degradabilidade ruminal que sejam confiáveis. Esses sistemas utilizam valores fixos de degradabilidade para cada tipo de alimento (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2011), porém são precisos resultados mais atuais e complexos, visto que existem diferenças entre cultivares de uma mesma espécie de forragem, por exemplo.

Nesse contexto, estudos acerca da cinética de degradação ruminal dos diferentes alimentos utilizados na nutrição de ruminantes, principalmente volumosos, vêm cada vez mais ganhando atenção de pesquisadores. Esse fato tem se mostrado muito útil, por contribuir também com o balanceamento das dietas e atender às exigências dos animais ruminantes (PIRES et al., 2006). Porém, a grande maioria das pesquisas se baseiam em espécies forrageiras tropicais, devido ao grande predomínio das mesmas em todo o território nacional.

De maneira pontual, a região Sul do país é privilegiada com um clima capaz atender as necessidade das culturas hibernais, as quais apresentam alto valor nutritivo quando comparado a maioria das espécies tropicais. Como exemplo, Pires et al. (2006) e Bumbieris

Junior et al. (2011) demonstraram altas taxas de degradabilidade de alguns cereais de inverno, ambos destacando os elevados teores de carboidratos solúveis dos materiais. No entanto, estudos acerca da cinética ruminal de cereais de inverno ainda são escassos.

Em sua fase vegetativa, os cereais de inverno possuem alto teor de proteína bruta (FONTANELI et al., 2009), o que reduz a necessidade de suplementação com concentrados protéicos, reduzindo o custo das dietas. Além disso, é nessa fase que a fibra se encontra com maior potencial de degradação ruminal.

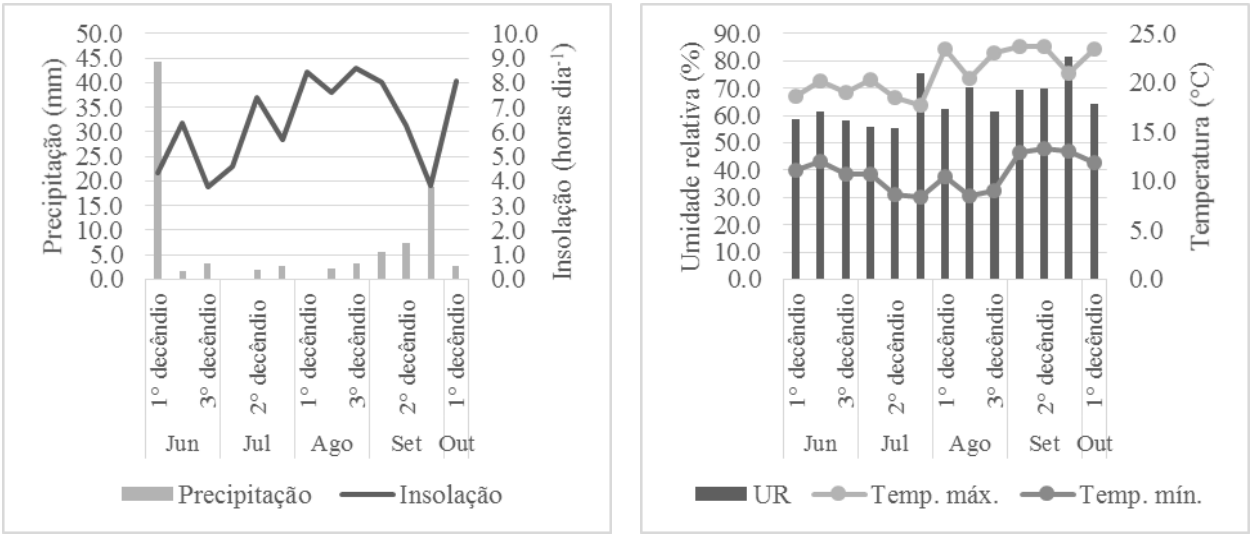
Por fim, existem evidências de modificação da qualidade nutricional dos alimentos durante a conservação, uma vez que há ainda a presença de enzimas que podem realizar hidrólise parcial de partículas fibrosas, principalmente da hemicelulose, aumentando assim a degradabilidade do alimento (ROOKE e HATFIELD, 2003).

Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar os teores de hemicelulose, celulose e lignina, bem como a taxa de degradabilidade da matéria seca, da forragem e da silagem pré-secada, de diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento.

### 7.2. Material e métodos

O experimento foi conduzido pelo Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) junto ao Curso de Mestrado em Agronomia na área de Produção Vegetal, pertencente ao setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), localizado no município de Guarapuava – PR, situado na zona subtropical do Paraná, sob as coordenadas geográficas 25º23’02” de latitude sul e 51º29’43” de longitude oeste e 1.026 m de altitude.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é o Cfb (Subtropical mesotérmico úmido), com verões amenos e inverno moderado, sem estação seca definida e com geadas severas. A precipitação anual média é de 1.944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C e umidade relativa do ar de 77,9%. Na figura 6 estão expressos as médias de precipitação pluviométrica em mm e insolação em horas $dia^{-1}$, enquanto que na figura 7 estão apontados a temperatura máxima e mínima em ºC e a umidade relativa do ar (UR) em %, em decênios, durante o período experimental.




Fonte: Estação experimental do SIMEPAR/UNICENTRO, Guarapuava –PR

Figura 4. Médias de precipitação pluviométrica (mm), insolação (horas $dia^{-1}$), temperatura máxima e mínima (ºC) e umidade relativa do ar (%), ocorridas no período de cultivo dos cereais de inverno, safra 2014

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Bruno Típico (POTT, 2007), e antes da implantação das culturas apresentava as seguintes características químicas (perfil de 0 a 20 cm): pH $CaCl_2$ 0,01M: 4,7; P: 1,1 mg $dm^{-3}$; $K^+$: 0,2 cmolc $dm^{-3}$; MO: 2,62 g $dm^{-3}$; $Al^{3+}$: 0,0 cmolc $dm^{-3}$; $H^+ + Al^{3+}$: 5,2 cmolc $dm^{-3}$; $Ca^{2+}$: 5,0 cmolc $dm^{-3}$; $Mg^{2+}$: 5,0 cmolc $dm^{-3}$ e saturação de bases (V%): 67,3%.

As lavouras foram implantadas conforme zoneamento agrícola para a região de Guarapuava-PR em sistema de plantio direto. A semeadura foi realizada com espaçamento entre linhas de 0,17 metros, profundidade de semeadura de dois centímetros, e densidade de semeadura de 300 sementes $m^{-2}$, com mesma taxa de vigor. A área experimental constituiu de uma área total de 570 m², distribuída em 48 parcelas de 9 m² cada (4,00m x 2,25m). Cada parcela, onde cada representou uma unidade experimental (repetição).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, composto por doze tratamentos e quatro repetições. Como material experimental utilizou-se aveia preta (*Avena strigosa*) *cv*. EMB 139 e *cv*. IAPAR 61; aveia branca (*Avena sativa*) *cv*. IPR 126 e *cv*. URS Taura; cevada (*Hordeum vulgare*) *cv*. BRS Brau e *cv*. BRS Cauê; trigo (*Triticum aestivum*) *cv*. BRS Umbu e *cv*. BRS Tarumã; centeio (*Secale cereale*) *cv*. Temprano e *cv*. BRS Serrano; e triticale (*X Triticosecale*) *cv*. IPR 111 e *cv*. BRS Saturno.

A colheita dos materiais se deu quando as plantas atingiram estádio de pré-florescimento, próximas a escala 10 de Feeks e Large (1954), caracterizado pelo final do alongamento do colmo, quando a bainha da folha bandeira se encontrava completamente

desenvolvida, mas as espigas ainda não eram visíveis.

Logo após a colheita, o material foi pré murchecido a campo até atingir teores de matéria seca ideais para ensilagem. Para a ensilagem do material cortado e pré-secado, foram utilizados silos de laboratório confeccionados com tubos de PVC, com 40 cm de altura e 10 cm de diâmetro. O material foi prensado manualmente nos silos com soquete de madeira. Após o enchimento, os silos foram vedados com lona dupla face e fita adesiva, identificados, pesados e armazenados à sombra.

Tanto após o corte das forragens, como após a abertura do silos, amostras de 0,500 kg de cada material foi enviado imediatamente ao laboratório para determinação dos teores de matéria seca, para isso foi utilizado estufa de ar forçado regulada a 55 °C, onde as amostras permaneceram até a obtenção de peso constante. Após, as amostras pré secas do material original foram moídas em moinho tipo "Willey", com peneira de 1 mm.

Nas amostras pré-secas foram determinados os teores de fibra em detergente neutro (FDN), teores de fibra em detergente ácido (FDA), e lignina (LIG), onde todas as análises seguiram determinações de Silva e Queiroz (2009). A partir dos referidos valores foram calculados os teores de hemicelulose (HEM) por diferença entre FDN e a FDA, e de celulose (CEL) por diferença entre a FDA e a LIG.

A degradabilidade da matéria seca foi estimada pela técnica in situ utilizando sacos de náilon medindo 12 x 8 cm e com poros de 40 a 60 µm, contendo aproximadamente 5 g de cada material, moído a 1 mm, para posterior incubação no rúmen (NOCEK, 1988). Os tempos de incubação utilizados foram de 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42 e 48 horas, onde, o tempo de 0 hora representou a fração solúvel da matéria seca. Para tal, foram utilizados dois novilhos com 24 meses de idade, peso vivo médio de 350 kg, portadores de fístula ruminal.

Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, a fim de verificar os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância, respectivamente. Uma vez atendidos estes pressupostos, aplicou-se o teste F a 5% de probabilidade de confiança, através da Análise de Variância (ANOVA) e em seguida o teste Tukey de comparação de múltiplas médias a 5% de significância, por intermédio do programa SAS (1993). Já os dados referentes a degradabilidade foram conduzidos para análise de regressão (proc reg).

### 7.3. Resultados e discussão

Na tabela 11 estão expressos os valores de hemicelulose, celulose e lignina, em % na matéria seca, da forragem e da silagem pré-secada dos diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento. A análise de variância mostrou haver diferença estatística

(P<0,05) entre os tratamentos, independentemente da variável.

Na análise bromatologica da forragem observou-se valores médios de 27,5%, 35,3% e 8,4% para hemicelulose, celulose e lignina, respectivamente. A cevada cv. BRS Brau apresentou o maior valor de hemicelulose e o menor teor de lignina dentre os tratamento (31,9% e 5,2%, respectivamente), não diferindo estatisticamente do trigo cv. BRS Tarumã e do triticale BRS Saturno em relação a fração hemicelulose, e da aveia preta cv. EMB 139 em relação a lignina.

Conforme supracitado, a aveia preta cv. EMB 139 gerou baixo teor de lignina, além de apresentar teor de hemicelulose estatisticamente inferior aos demais (P<0,05) concorrentes, no entanto, obteve o maior valor de celulose em sua composição. O oposto pode ser observado na aveia branca cv. URS Taura, sendo o material com menor (P<0,05) teor de celulose na matéria seca (28,4%).

A literatura disponível mostra haver uma tendência entre os resultados para composição da fibra, porém, os valores são inconstantes (MEINERZ et al., 2011a; COAN et al., 2001), comprovando que o manejo têm influência direta sobre a qualidade final do material (PEREIRA e REIS, 2001).

Em relação aos valores bromatologicos da silagem pré-secada, é possível observar que a cevada cv. BRS Brau e o trigo cv. BRS Tarumã mantiveram os maiores valores da fração hemicelulose (P<0,05), assim como observado outrora na bromatologia da forragem. No entanto, para silagem pré-secada não diferiram estatisticamente da cevada cv. BRS Cauê e do triticale BRS Saturno.

Esse último por sua vez, apresentou o menor teor de lignina dentre os tratamentos (5,1%), mas mostrou superioridade significativa em relação aos demais tratamentos no que diz respeito a fração celulose (39,2%). Na soma dos componentes fibrosos, o triticale cv. BRS Saturno gerou o maior valor (74,2% de FDN) dentre os matérias avaliados, mostrando portanto, capacidade de consumo inferior as demais silagens. Sabe-se que a FDN de qualquer volumoso possui relação direta com o consumo, onde, quanto maior a soma de hemicelulose, celulose e lignina, menor é a capacidade de consumo por parte do animal (VAN SOEST, 1994).

Em contrapartida, o triticale cv. IPR 111 foi o tratamento com menor valor de celulose (26,6%) e maior teor de lignina, com valor de 11,5% na matéria seca. Tais valores, acrescidos da fração hemicelulose resultaram no menor teor de FDN (65,8%) observado, gerando assim, o maior potencial de consumo.

Tabela 11. Valores de hemicelulose, celulose e lignina, em % na matéria seca, da forragem e da silagem pré-secada dos diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento

| Espécie – Cultivar | Forragem | | | Silagem pré-secada | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | HEM | CEL | LIG | HEM | CEL | LIG |
| Aveia preta – EMB 139 | 23,7 e | 42,3 a | 5,7 de | 27,3 def | 37,5 ab | 9,4 abc |
| Aveia preta – IAPAR 61 | 25,1 de | 37,1 abc | 9,0 bcd | 26,2 ef | 37,3 ab | 8,6 abc |
| Aveia branca – IPR 126 | 24,8 de | 40,8 ab | 6,4 cde | 26,1 ef | 34,7 ab | 10,2 ab |
| Aveia branca – URS Taura | 27,6 bcd | 28,4 f | 13,6 a | 28,2 cde | 32,6 bc | 6,1 bc |
| Cevada – BRS Brau | 31,9 a | 34,4 cde | 5,2 e | 31,4 a | 32,4 bc | 6,8 bc |
| Cevada – BRS Cauê | 28,2 bcd | 31,1 de | 6,6 cd | 29,9 abc | 31,7 bc | 7,1 abc |
| Trigo – BRS Umbu | 29,7 abc | 32,9 def | 9,36 bcd | 28,6 bcd | 34,4 ab | 6,9 bc |
| Trigo – BRS Tarumã | 30,5 ab | 33,1 def | 10,4 ab | 30,2 ab | 33,7 ab | 6,3 bc |
| Centeio – Temprano | 27,9 bcd | 36,2 cde | 9,7 bc | 25,7 f | 35,7 ab | 8,3 abc |
| Centeio – BRS Serrano | 25,0 de | 36,3 cde | 10,7 ab | 27,4 def | 33,5 ab | 9,4 abc |
| Triticale – IPR 111 | 26,2 cde | 31,8 def | 8,1 cd | 27,7 def | 26,6 c | 11,5 a |
| Triticale – BRS Saturno | 29,9 ab | 39,5 abc | 6,4 cd | 29,9 abc | 39,2 a | 5,1 c |
| Média | 27,5 | 35,3 | 8,4 | 28,2 | 34,1 | 8,0 |
| P>F | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| CV, % | 5,21 | 6,11 | 18,01 | 3,42 | 7,16 | 22,94 |

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

A pré-secagem proporciona efeitos diretos sobre o teor de carboidratos do material, variando principalmente de acordo com o teor de umidade inicial (PEREIRA e REIS, 2001). Ao avaliar a composição da fibra da silagem de diferentes cereais de inverno Meinerz et al. (2011a), encontraram média semelhante para fração celulose (33,8%), porém, valores superiores de hemicelulose e inferiores de lignina (34,8% e 4,85%, respectivamente) em comparação ao presente trabalho. Sugere-se que tais variações sejam decorrentes das perdas ocasionadas por lixiviação e volatilização durante o processo de pré-secagem a campo, concentrando as frações menos voláteis.

Coan et al. (2001) avaliando a forragem e a forragem pré-secada descrevem resultados semelhantes para composição da fibra, e enfatizam que a pré-secagem eleva o teor de hemicelulose, e diminuem o de celulose e lignina, assim como observado no presente estudo.

Em relação à taxa de degradabilidade da forragem, é possível observar que a cevada cv. BRS Brau e o triticale IPR 111 foram os materiais com maior concentração de carboidratos solúveis, valor representado pelo intercept da curva, com 34,41 e 33,35%,

respectivamente. Na contramão, nota-se que a aveia preta cv. IAPAR 61 e o centeio cv. Temprano obtiveram respectivamente, 20,40 e 22,81% de carboidratos solúveis em sua composição (figura 5), o que pode estar relacionado à alta proporção de colmo desses materiais.

A partir do alto teor de carboidratos solúveis, não coincidentemente o triticale cv. IPR 111 foi a forragem que apresentou maior degradabilidade ruminal após 48 horas, enquanto que o centeio cv. Temprano foi responsável pelo menor valor nesse quesito (72,7 e 50,29%, respectivamente). Ademais, o centeio cv. Temprano gerou uma taxa de degradabilidade de 0,62% hora$^{-1}$, 11,1 pontos percentuais a menos em relação ao centeio cv. Serrano.

Apesar do triticale cv. BRS Saturno ter apresentado 25,93% de carboidratos solúveis na constituição da forragem, o mesmo mostrou a maior taxa de desaparecimento ruminal (1,00% hora$^{-1}$), tendo apresentado ao final das 48 horas 69,95% de degradabilidade. Em linhas gerais, os valores obtido foram superiores aos descritos por Meinerz et al., (2011b).

Ainda na figura 5 é possível observar que, na maioria dos matérias avaliados, as linhas de tendência de forragem e silagem pré-seca se mostraram paralelas no decorrer das horas, com exceção do Trigo BRS Umbu e do centeio Temprano, os quais apresentaram concentrações de carboidratos solúveis semelhantes, tanto para forragem quanto para silagem pré-secada, mas no decorrer das horas a degradabilidade da silagem pré-secada se destacou em relação a da forragem.

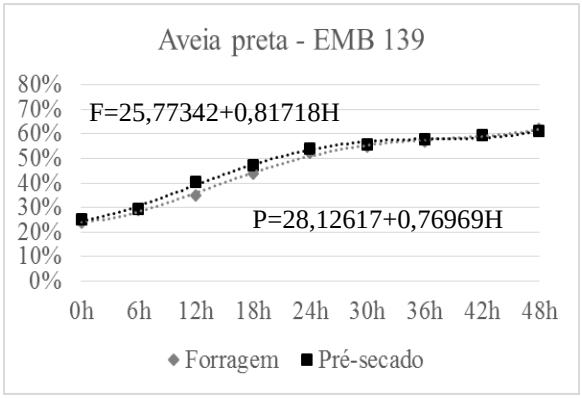
Cabe ressaltar que na média geral dos dados, a degradabilidade das forragens foi de 63,27%, semelhante aos achados por Roso et al. (2000), porém, superior aos descritos por Moreira et al. (2007). A degradabilidade média da silagem pré-secada foi superior (67,10%), corroborando com as evidências descritas por Rooke e Hatfield (2003), de que a presença de enzimas durante o processo fermentativo podem realizar hidrólise parcial de partículas fibrosas, principalmente da hemicelulose, aumentando assim a degradabilidade do alimento.

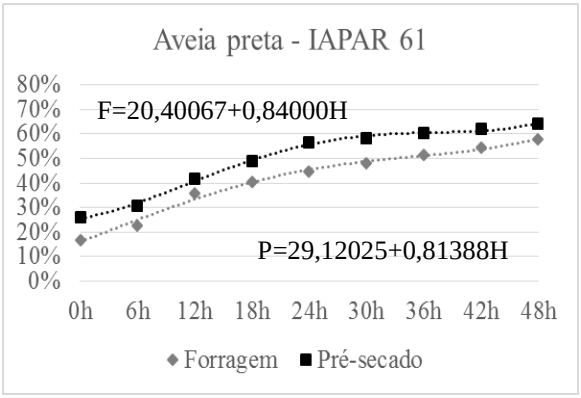
De forma pontual, no que diz respeito a degradabilidade da silagem pré-secada, nota-se que o triticale cv. IPR 111 também apresentou o maior teor de carboidratos solúveis, seguida da cevada cv. BRS Cauê (38,31 e 33,57%, respectivamente). Porém, as maiores taxas de degradabilidade por hora foram obtidas pelo triticale BRS Saturno e pela cevada BRS Brau (0,95 e 0,94% hora$^{-1}$, respectivamente).

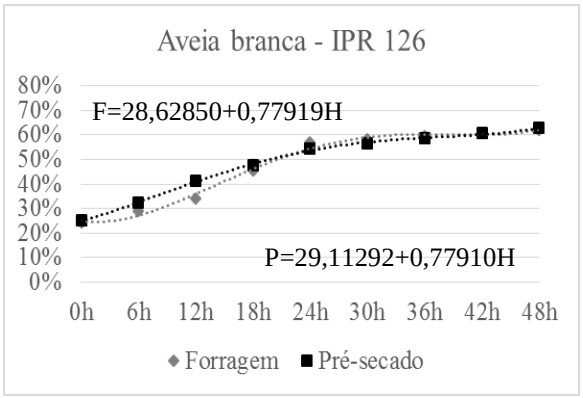
Por outro lado, a aveia preta EMB 139 gerou a menor concentração de carboidratos solúveis dentre os materiais analisados (28,12%), e a menor taxa de desaparecimento ruminal por hora ficou a cargo do trigo cv. BRS Umbu (0,74% hora$^{-1}$, respectivamente).

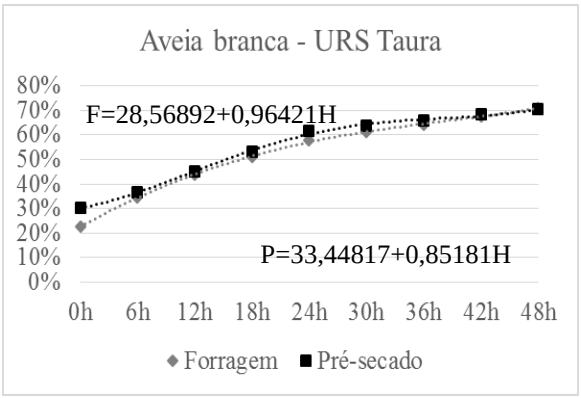
Após 48 horas expostos à degradabilidade in situ, a silagem pré-secada de aveia preta

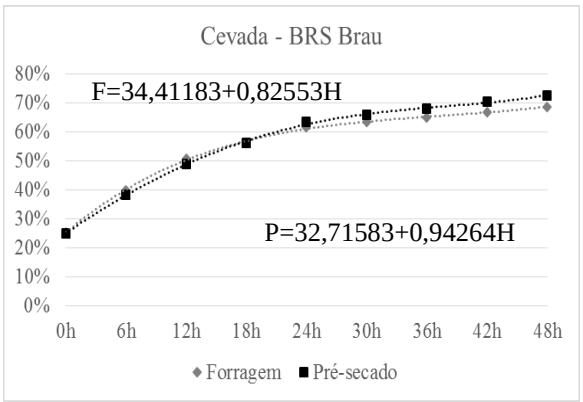
cv. EMB 139 apresentou o menor potencial de degradação (60,99%), enquanto que a de triticale cv. IPR 111 mostrou-se como a mais degradável (77,81%), seguindo a tendência da forragem do mesmo material. Na média geral, os resultados obtidos se assemelham aos encontrados por Meinerz et al., (2011b), na região de Santa Maria – RS.

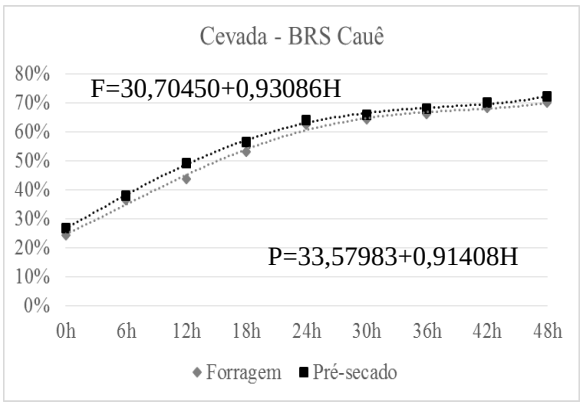


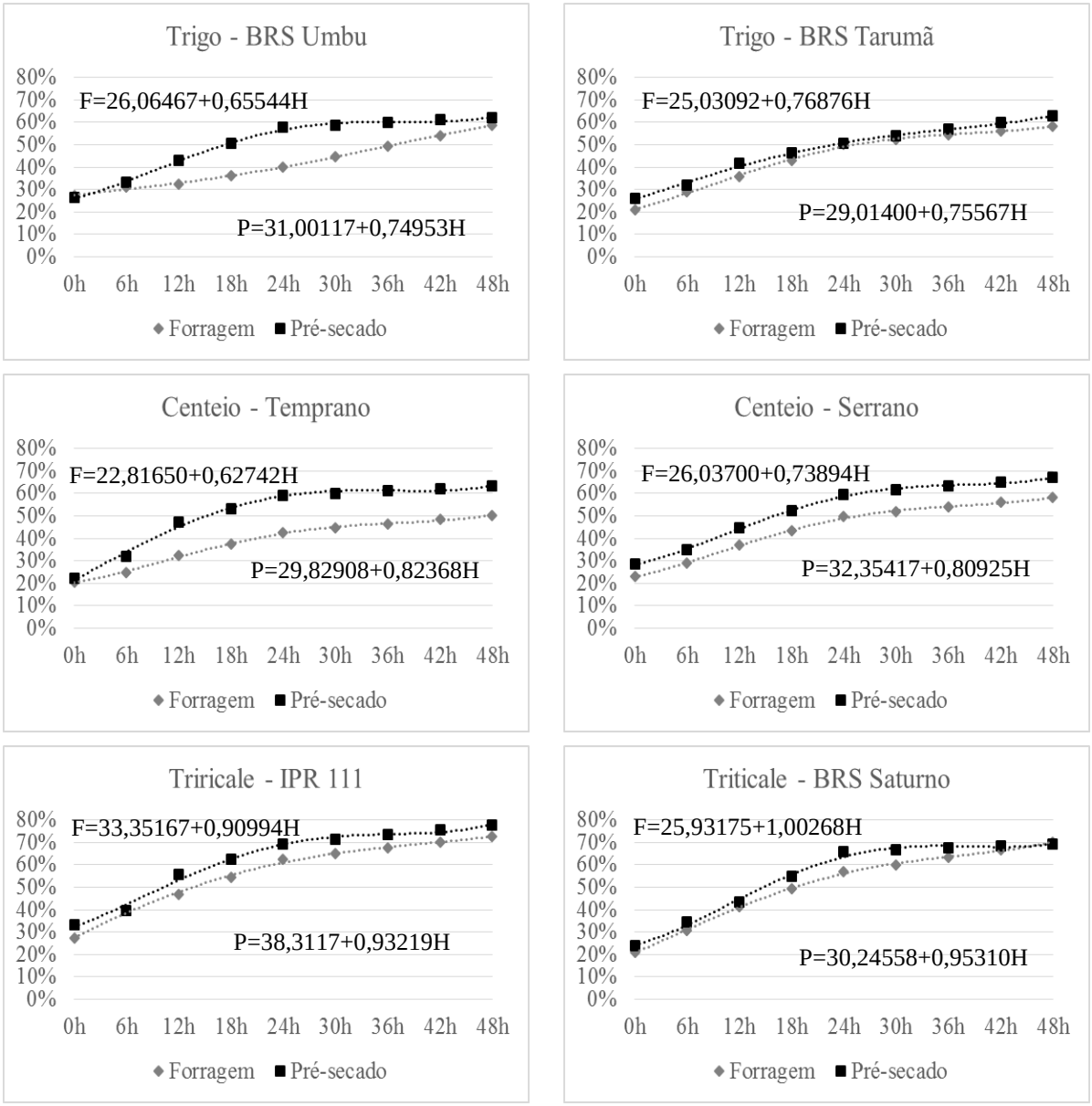



Figura 5. Degradabilidade in situ da forragem e da silagem pré-secada, dos diferentes cereais de inverno, colhidos em estádio de pré-florescimento

Em linhas gerais, as taxas de degradabilidade da matéria seca obtidos no presente trabalho podem ser classificadas como de boa qualidade, pois, de acordo com Leng (1990), forragens são consideradas de baixa qualidade quando apresentam valores de degradabilidade inferiores a 55%.

Por fim, é importante destacar que, na média geral, o processo de pré-secagem e ensilamento não alterou os teores de carboidratos fibrosos, bem como a degradabilidade da matéria seca dos materiais.

### 7.4. Conclusão

Existem variações sobre a composição da fibra e a cinética de degradação ruminal entre espécies e cultivares, porém, todos os materiais estudados apresentaram boa degradabilidade.

Notou-se uma similaridade entre os resultados de degradabilidade da forragem e da silagem pré-secada, tomando as mesmas tendências. A cevada cv. BRS Brau obteve o maior teor de hemicelulose em sua composição, porém, o triticale IPR 111 foi o tratamento com maior potencial de degradabilidade, tanto como forragem quanto silagem pré-secada.

### 7.5. Agradecimentos

À CAPES pela bolsa de estudo concedida.

### 7.6. Referências bibliográficas

BUMBIERIS JUNIOR, V.H.; JOBIM, C.C.; EMILE, J.C.; ROSSI, R.; JUNIOR, M.C.; BRANCO, A.F. Degradabilidade ruminal e fracionamento de carboidratos e proteínas em silagens de triticale em cultivo singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.2, p.759-770, 2011.

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

ELLIS, W.C.; MATIS, J.H.; HILL, T.H.; MURPHY, M.R. Methodology for estimating digestion and passage kinetics of forages. In: FAHERY JR, G.C. **Forage Quality, Evaluation and Utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994, p.682-756.

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

FRANCE, J.; DIJKSTRA, J.; DHANOA, M.S.; BALDWIN, R.L. Biomathematical applications in ruminant nutrition. **Journal of the Frankin Institute**, v.335, p.241-258, 1998.

LARGE, E.C. Growth stages in cereals illustration of the Feekes scale. **Plant pathology**, v.3, n.4, p.128-129, 1954.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, v.3, n.3, p.277-303, 1990.

MEINERZ, G.R.; OLIVO, C.J.; FONTANELI, R.S.; AGNOLIN, C.A.; FONTANELI, R.S.;

HORST, T.; VIÉGAS, J.; BEM, C.M. Valor nutritivo da forragem de genótipos de cereais de inverno de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1173-1180, 2011b.

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

MERTENS, D.R. Rate and extent of digestion. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. **Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism**. CAB International Wallingford, 2005, p.13-47.

MOREIRA, A.L.; RUGGIERI, A.C.; REIS, R.A. Avaliação da aveia-preta e de genótipos de aveia amarela para produção de forragem e de grãos. **ARS Veterinária**, v.21, Suplemento, p.175-182, 2005.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. A review. **Journal Dairy Science**, v.71, v.8, p.2051-206, 1988.

PEREIRA, J.R.A.; REIS. R.A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p.64-86.

PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P.D.; SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; RUGGIERI, A.C.; ROTH, M.D.T.P. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da fração fibrosa e da proteína bruta de forrageiras. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.41, n.4, p.643-648, 2006.

POTT, C.A.; MÜLLER, M.M.L.; BERTELLI, P.B. Adubação verde como alternativa agroecológica para recuperação da fertilidade do solo. **Revista Ambiência**, v.3, n.2, p.51-63, 2007.

ROOKE, J.A; HATFIELD, R.D. Biochemistry of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage Science and Technology**. Madison, p.95-135, 2003.

ROSO, C.; RESTLE, J.; SOARES, A.B.; ANDREATTA, E. Aveia preta, triticale e centeio em mistura com azevém. 1 - Dinâmica produção e qualidade de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.75-84, 2000.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos**. 3ª reimpressão. Universidade Federal de Viçosa, 2009, 235p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Corvallis, O & B Books, 2ªed, 1994, 415p.

# 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os cereais de inverno avaliados, o triticale cv. IPR 111 foi o mais precoce para produção silagem pré-secada em estádio de pré-florescimento. O mesmo também apresentou alto potencial de degradabilidade, se mostrando como um alimento de alta qualidade nutricional tanto enquanto forragem, quanto após conservação.

Já a cevada cv. BRS Cauê apresentou os maiores teores de nutrientes digestíveis totais, seja da forragem ou da silagem pré-secada, a qual gerou alto potencial de degradabilidade de nutrientes.

A aveia preta cv. IAPAR 61 e a aveia branca cv. IPR 126 foram os cereais de inverno que apresentaram as maiores produtividades de matéria seca por área, tendo a aveia preta se destacado em produção corrigida após considerações das taxas de recuperação de matéria seca.

# 9. ANEXOS

Anexo 1. Estádios fenológicos da escala de Feeks (1940), modificada por Large (1954)

| Estádio | Afilhamento |
|---|---|
| 1 | Plantas recém-emergidas, com uma ou mais folhas |
| 2 | Início do afilhamento |
| 3 | Afilhos formados. Folhas enroladas em espiral. Algumas cultivares podem apresentar hábito prostado |
| 4 | Início do aparecimento do pseudocaule. Bainhas foliares começam a alongar-se |
| 5 | Pseudocaule (formado por bainhas foliares) fortemente desenvolvido |
| Estádio | Alongamento do colmo |
| 6 | Primeiro nó do colmo visível |
| 7 | Segundo nó do colmo já formado |
| 8 | Folha bandeira visível, mas ainda enrolada. Início do período de emborrachamento |
| 9 | Lígula da folha bandeira já visível |
| 10 | Bainha da folha bandeira completamente desenvolvida, mas as espigas ainda não são visíveis |
| Estádio | Espigamento |
| 10.1 | Primeiras espigas recém-visíveis |
| 10.2 | Um quarto do processo de espigamento completo |
| 10.3 | Metade do processo de espigamento completo |
| 10.4 | Três quartos do processo de espigamento completo |
| 10.5 | Todas as espigas fora das bainhas |
| Estádio | Florescimento |
| 10.5.1 | Início do florescimento |
| 10.5.2 | Florescimento completo na parte apical da espiga |
| 10.5.3 | Florescimento completo na parte basal da espiga |
| 10.5.4 | Final do florescimento, grãos no estádio aquoso |
| Estádio | Maturação |
| 11 | Grãos no estádio leitoso a maturação |
| 11.1 | Grãos no estádio leitoso |
| 11.2 | Grãos no estádio de massa (conteúdo de macio a seco) |
| 11.3 | Grãos duros (difíceis de serem rompidos com a unha do polegar) |
| 11.4 | Maturação de colheita. Palhas secas |

Anexo 2. Características dos diferentes cereais de inverno utilizados no experimento

| Espécie - Cultivar | Ciclo | Época e plantio | Resistência a seca |
|---|---|---|---|
| Aveia preta – EMB 139 | Precoce | Abril a Junho | Baixa |
| Aveia preta – IAPAR 61 | Tardio | Abril a Maio | Moderada |
| Aveia branca – IPR 126 | Tardio | Março a Junho | Baixa |
| Aveia branca – URS Taura | Precoce | Março a Junho | Baixa |
| Cevada – BRS Brau | Precoce | Junho | Baixa |
| Cevada – BRS Cauê | Precoce | Março a Maio | Alta |
| Trigo – BRS Umbu | Médio | Abril a Junho | Alta |
| Trigo – BRS Tarumã | Tardio | Junho a Julho | Alta |
| Centeio – Temprano | Tardio | Março a Maio | Moderada |
| Centeio – BRS Serrano | Médio | Março a Maio | Baixa |
| Triticale – IPR 111 | Médio | Abril a Maio | Moderada |
| Triticale – BRS Saturno | Médio | Abril a Maio | Moderada |

Anexo 3. Resumo da análise de variância para altura de planta, número de perfilhos por planta, percentagem de colmo na composição física da planta, percentagem de folhas na composição física da planta, percentagem de espiga ou panícula na composição física da planta, matéria seca do colmo, matéria seca da folha, matéria seca da espiga ou panícula, matéria seca da forragem, matéria seca da forragem pré-murchecida, e matéria seca da silagem pré-secada

| Fonte de variação | GL | Parâmetros | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AP | NPP | CFC | CFF | CFEP | MSC | MSF | MSEP | MSFO | MSFP | MSPS |
| Quadrado médio: | | | | | | | | | | | | |
| Forrageira | 11 | 3771,256 | 0,277542 | 435,0940 | 204,1589 | 232,5504 | 124,98688 | 143,0744 | 107,9919 | 63,7732 | 415,0375 | 618,8251 |
| Bloco | 3 | 25,18910 | 0,072294 | 36,92626 | 18,724786 | 5,022952 | 1,840963 | 12,27029 | 0,057963 | 1,8001000 | 4,963602 | 2,618697 |
| Erro | 33 | 12,92698 | 0,034921 | 16,40291 | 18,382239 | 4,333128 | 4,638125 | 8,073364 | 6,764180 | 2,6043833 | 21,32973 | 22,076121 |
| Média geral | - | 109,76 | 1,46 | 42,78 | 38,40 | 18,89 | 22,71 | 24,88 | 30,62 | 23,40 | 66,40 | 66,47313 |
| Coeficiente variação, % | - | 3,28 | 12,81 | 9,47 | 11,17 | 11,02 | 9,48 | 10,19 | 8,49 | 6,90 | 6,96 | 7,068305 |
| $R^2$ | - | 0,9898 | 0,7394 | 0,9004 | 0,7914 | 0,9474 | 0,9002 | 0,8581 | 0,8418 | 0,8916 | 0,8667 | 0,903424 |
| Probabilidades: | | | | | | | | | | | | |
| Espécie forrageira (E) | - | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <,0001 |
| Bloco | - | 0,1410 | 0,1231 | 0,1007 | 0,3969 | 0,3400 | 0,7561 | 0,2276 | 0,9989 | 0,5640 | 0,8729 | 0,9485 |

*GL: graus de liberdade; AP: altura de planta; NPP: número de perfilhos por planta; CFC: Percentagem de colmo na composição física da planta; CFF: Percentagem de folhas na composição física da planta; CFEP: Percentagem de espiga ou panícula na composição física da planta; MSC: teor de matéria seca do colmo; MSF: teor de matéria seca da folha; MSEP: teor de matéria seca da espiga ou panícula; MSFO: teor de matéria seca da forragem; MSFP: teor de matéria seca da forragem pré-murchecida; MSPS: teor de matéria seca da silagem pré-secada.

Anexo 4. Resumo da análise de variância para produção de biomassa fresca, produção de biomassa seca, recuperação de matéria seca, produção de matéria seca corrigida, custo da biomassa seca, e custo da proteína bruta

| Fonte de variação | GL | Parâmetros | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | PBF | PBS | RMS | PMSC | CBS | CPB |
| Quadrado médio: | | | | | | | |
| Forrageira | 11 | 53441688 | 3778822 | 50,34369 | 31276224 | 0,039918 | 3,347099 |
| Bloco | 3 | 2788002 | 362871,9 | 5,186875 | 1034224,7 | 0,002307 | 0,873458 |
| Erro | 33 | 2281512 | 162117,9 | 38,750511 | 191894,56 | 0,001933 | 0,792464 |
| Média geral | - | 15,126 | 3,524 | 90,1 | 3,174 | 0,35 | 3,76 |
| Coeficiente variação, % | - | 9,99 | 11,42 | 6,91 | 13,79 | 12,68 | 23,65 |
| $R^2$ | - | 0,8879 | 0,8886 | 0,9081 | 0,8484 | 0,8749 | 0,6013 |
| Probabilidades: | | | | | | | |
| Espécie forrageira (E) | - | <0,0001 | <0,0001 | 0,2681 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0006 |
| Bloco | - | 0,3172 | 0,1022 | 0,9392 | 0,1670 | 0,3273 | 0,3261 |

*GL: graus de liberdade; PFF: produção de biomassa fresca; PFS: produção de biomassa seca; RMS: recuperação de matéria seca; PMSC: produção de matéria seca corrigida; CBS: custo da biomassa seca; CPB: custo da proteína bruta.

Anexo 5. Resumo da análise de variância para proteína bruta, matéria mineral, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, nutrientes digestíveis totais, consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo, valor relativo do alimento, e energia liquida de lactação, da forragem dos diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento

| Fonte de variação | GL | Parâmetros | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | PB | MM | FDN | FDA | NDT | CMSPV | VRA | ELL |
| Quadrado médio: | | | | | | | | | |
| Forrageira | 11 | 3,50474 | 1,13871 | 25,08817 | 38,27287 | 18,75211 | 0,01499 | 115,29839 | 0,13231 |
| Bloco | 3 | 0,61523 | 0,26837 | 2,81468 | 2,16034 | 1,05822 | 0,00180 | 8,97243 | 0,00754 |
| Erro | 33 | 1,34701 | 0,22279 | 2,81463 | 2,32509 | 1,14222 | 0,00172 | 9,60440 | 0,00805 |
| Média geral | - | 9,38 | 5,19 | 70,27 | 42,08 | 58,37 | 1,70 | 77,48 | 0,82 |
| Coeficiente variação, % | - | 12,36 | 9,09 | 2,38 | 3,62 | 1,83 | 2,42 | 3,99 | 10,83 |
| $R^2$ | - | 0,4761 | 0,6445 | 0,7538 | 0,8478 | 0,8474 | 0,7498 | 0,8034 | 0,8475 |
| Probabilidades: | | | | | | | | | |
| Espécie forrageira (E) | - | 0,0166 | 0,0001 | <,0001 | <,0001 | <,0001 | <,0001 | <,0001 | <,0001 |
| Bloco | - | 0,7143 | 0,3233 | 0,4051 | 0,4376 | 0,4388 | 0,3834 | 0,4352 | 0,4340 |

*GL: graus de liberdade; PB: proteína bruta; MM: matéria mineral; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; NDT: nutrientes digestíveis totais; CMSPV: consumo de matéria seca em % do peso vivo; VRA: valor relativo do alimento; ELL: energia liquida de lactação.

Anexo 6. Resumo da análise de variância para proteína bruta, matéria mineral, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, nutrientes digestíveis totais, consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo, valor relativo do alimento, e energia liquida de lactação, da silagem pré-secada dos diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento

| Fonte de variação | GL | Parâmetros | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | PB | MM | FDN | FDA | NDT | CMSPV | VRA | ELL | PPB | PFDN | PFDA |
| Quadrado médio: | | | | | | | | | | | | |
| Forrageira | 11 | 2,92338 | 1,72460 | 34,71987 | 47,17377 | 23,11785 | 0,02052 | 140,14250 | 0,16316 | 91,44788 | 37,65634 | 53,31793 |
| Bloco | 3 | 0,03398 | 0,08853 | 5,49544 | 6,44402 | 3,16143 | 0,00270 | 21,22750 | 0,02223 | 110,5880 | 9,299172 | 14,42632 |
| Erro | 33 | 1,05861 | 0,24467 | 4,22545 | 2,87577 | 1,41059 | 0,00241 | 12,46250 | 0,00996 | 224,7714 | 22,57444 | 27,70375 |
| Média geral | - | 9,06 | 5,11 | 71,30 | 43,75 | 57,20 | 1,68 | 74,91 | 0,73 | 10,9 | 7,2 | 5,0 |
| Coeficiente variação, % | - | 11,34 | 9,67 | 2,88 | 3,87 | 2,07 | 2,91 | 4,71 | 13,66 | 16,84 | 11,61 | 11,63 |
| $R^2$ | - | 0,4800 | 0,7043 | 0,7407 | 0,8501 | 0,8500 | 0,7457 | 0,7960 | 0,8499 | 0,1945 | 0,2773 | 0,2260 |
| Probabilidades: | | | | | | | | | | | | |
| Espécie forrageira (E) | - | 0,0118 | <,0001 | <,0001 | <,0001 | <,0001 | <,0001 | <,0001 | <,0001 | 0,9428 | 0,1253 | 0,0721 |
| Bloco | - | 0,9921 | 0,7809 | 0,2907 | 0,1019 | 0,1018 | 0,3559 | 0,1854 | 0,1028 | 0,6903 | 0,7455 | 0,6710 |

*GL: graus de liberdade; PB: proteína bruta; MM: matéria mineral; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; NDT: nutrientes digestíveis totais; CMSPV: consumo de matéria seca em % do peso vivo; VRA: valor relativo do alimento; ELL: energia liquida de lactação; PPB: perda de proteína bruta; PFDN: perdas de fibra em detergente neutro; PFDA: perdas de fibra em detergente ácido.

Anexo 7. Resumo da análise de variância para hemicelulose, celulose e lignina da forragem, e hemicelulose, celulose e lignina da silagem pré-secada

| Fonte de variação | GL | Parâmetros | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | HEMF | CELF | LIGF | HEMS | CELS | LIGS |
| Quadrado médio: | | | | | | | |
| Forrageira | 11 | 27,25927 | 69,30755 | 25,09089 | 13,25071 | 43,51021 | 14,36256 |
| Bloco | 3 | 0,234027 | 9,702475 | 4,545525 | 1,036174 | 4,864457 | 9,413579 |
| Erro | 33 | 2,061626 | 4,666805 | 2,298231 | 0,934606 | 5,970915 | 3,356085 |
| Média geral | - | 27,5 | 35,3 | 8,4 | 28,2 | 34,1 | 8,0 |
| Coeficiente variação, % | - | 5,21 | 6,11 | 18,01 | 3,42 | 7,16 | 22,94 |
| $R^2$ | - | 0,8154 | 0,8371 | 0,7924 | 0,8284 | 0,1745 | 0,6270 |
| Probabilidades: | | | | | | | |
| Espécie forrageira (E) | - | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0006 |
| Bloco | - | 0,9516 | 0,1219 | 0,1364 | 0,3595 | 0,4950 | 0,0549 |

*GL: graus de liberdade; HEMF: teor de hemicelulose da forragem; CELF: teor de celulose da forragem; LIG: teor de lignina da forragem; HEMS: teor de hemicelulose da silagem pré-secada; CELS: teor de celulose da silagem pré-secada; LIGS: teor de lignina da silagem pré-secada.