

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO  
COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE MANEJO**

**TESE DE DOUTORADO**

**Álison Minozzo da Silveira**

**Santa Maria, RS – Brasil**

**2017**

**AVALIAÇÃO DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO COM  
DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE MANEJO**

**por**

**Álison Minozzo da Silveira**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Produção Animal/Bovinocultura de Leite, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM – RS), como requisito parcial para obtenção do grau de

**Doutor em Zootecnia**

**Orientador: Prof. Júlio Viégas**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2017**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Minozzo da Silveira, Alisson

AVALIAÇÃO DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO COM  
DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE MANEJO / Alisson Minozzo da  
Silveira.- 2017.

61 p.; 30 cm

Orientador: Julio Viégas

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia, RS, 2017

1. Aveia 2. Trigo 3. Adubação nitrogenada 4.  
Fermentação de silagem 5. Digestibilidade \"in vitro\" I.  
Viégas, Julio II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a  
Tese de Doutorado

**AVALIAÇÃO DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO  
COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE MANEJO**

elaborada por

**Álison Minozzo da Silveira**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Doutor em Zootecnia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Julio Viégas, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Rogério Fôlha Bermudes, Dr. (UFPeI)**

**José Laerte Nörnberg, Dr. (UFSM)**

**Gilmar Roberto Meinerz, Dr. (UFFS)**

**Fernando Reimann Skonieski, Dr. (UFFS)**

## **Agradecimentos**

Aos meus pais, Dilmar e Rose, e meu irmão Laisson, por serem os responsáveis pelo que sou e pelo apoio incondicional, sempre incentivando a superar as dificuldades para atingir meus objetivos.

À Hellen, pelo companheirismo, apoio, carinho e dedicação, em todas as situações. Pela compreensão e paciência, nas vezes que tempo era dedicado a realização do trabalho.

Ao amigo, professor e orientador Julio Viégas, pela confiança em fazer parte do grupo de trabalho, e pela orientação durante toda a pós-graduação. Pelo incentivo e pelos ensinamentos profissionais, que certamente contribuíram para minha formação.

Aos estagiários, Mestrandos, Doutorandos e amigos do Grupo de pesquisa NUPECLE, Eduardo Garcia Becker, Guidiane Moro, Tiago João Tonin, Weiler Cerutti, Stela Naetzold Pereira, Rotchyelly Prestes Carpes, Letícia Lopes, Lisiani Rorato Dotto, Suellen Luana Cassol, João Vitor Leonardi, Ana Carolina Philippsen, Juan Lameira Dorneles, Franciele Pinto Fucilini, Julia Fernanda Friedein, Jucieli Müller, Marcio Michelon Cargnin, Laura Sebastiany pela amizade, ajuda e dedicação.

Ao pessoal do NIDAL, pelo auxílio nas análises de laboratório e, em especial, ao professor José Laerte Nörnberg, pelo tempo despendido na orientação e pela disponibilidade em discutir e sempre contribuir para o aperfeiçoamento do trabalho.

A todos meus amigos, sem privilegiar nomes, pela amizade, companheirismo, apoio e experiências transmitidas.

Aos demais professores do PPGZ-UFSM, pelo convívio e colaboração com a minha formação.

Ao PPGZ pela oportunidade em fazer parte do seu corpo discente e a Dona Olirta Giuliane, pela boa disposição em todos os momentos que se fizeram necessários.

A CAPES, pela bolsa de estudo concedida durante o doutorado.

A todos que, de forma indireta, colaboraram com este projeto.

## RESUMO

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade Federal de Santa Maria

### AVALIAÇÃO DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE MANEJO

AUTOR: ALISSON MINOZZO DA SILVEIRA

ORIENTADOR: JULIO VIÉGAS

DATA E LOCAL DA DEFESA: SANTA MARIA, 10 DE MARÇO DE 2017.

Esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar a produtividade, o valor nutricional e as características fermentativas de silagens de cereais de inverno submetidos ou não a cortes na Depressão Central do Rio Grande do Sul. Para isso, as pastagens experimentais foram estabelecidas em maio de 2013, sendo os tratamentos compostos por dois genótipos de aveia branca (*Avena sativa* L. cv. UPF 18 e cv. IPR 126) e dois de trigo (*Triticum sativum* L. cv. BRS Tarumã e cv. BRS Umbu), em duas condições de manejo (metade das parcelas submetidas a cortes no decorrer do ciclo e a outra metade sem cortes), totalizando quatro tratamentos, com quatro repetições, em um delineamento experimental inteiramente casualizado. A ensilagem foi realizada no estádio de grão pastoso com aproximadamente 30 a 35% de matéria seca (MS). Após 60 dias de fermentação, os silos foram abertos para avaliação das silagens. Também para avaliar o nível de adubação nitrogenada de cultura de cereais de inverno através da curva crítica de diluição do nitrogênio (N) em função do acúmulo de MS, foram feitas cinco amostragens por parcela, a cada 21 dias a partir do momento em que a forragem apresentou mais de uma tonelada de matéria seca por hectare. Utilizou-se o modelo de diluição do N no tecido vegetal, proposto por Lemaire e Salette (1984). A aveia UPF 18 apresentou maior produtividade, com menores teores de proteína. A aveia IPR 126 apresentou melhores características nutricionais como FDN<sub>cp</sub>, CNF e NDT. As características fermentativas das diferentes silagens estudadas são semelhantes. Já para os parâmetros de degradabilidade “*in vitro*” das silagens, os cultivares de trigo obtiveram maior produção de gás e CH<sub>4</sub>, mostrando serem mais degradáveis que a aveia. A cultivar de aveia UPF 18 apresentou menor concentração de AGCC. O trigo BRS Umbu apresentou menor produção de ácido propiônico, aumentando assim a relação C2/C3. A nutrição de nitrogênio foi deficiente em todos os cultivares e estádios de desenvolvimento, e a pastagem de trigo BRS Umbu foi a que mais se aproximou ao modelo em relação às demais nas fases iniciais e intermediárias do ciclo, com maior INN, mas também foi a que mais apresentou diluição do nitrogênio no decorrer do ciclo. A aveia IPR 126 foi a que apresentou menor diluição do nitrogênio no decorrer do tempo. A aveia UPF 18 foi mais produtiva, porém, a aveia IPR 126 que apresentou as melhores características nutricionais. A silagem das cultivares de trigo e a aveia IPR 126 são mais digestíveis que a silagem de aveia UPF 18. As pastagens avaliadas apresentam deficiência na adubação nitrogenada em todos os cultivares e estádios de desenvolvimento.

**Palavras-chaves:** aveia, degradabilidade, nitrogênio, parâmetros fermentativos, trigo

## ABSTRACT

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade Federal de Santa Maria

### EVALUATION OF WINTER CEREAL SILAGES WITH DIFFERENT MANAGEMENT STRATEGIES

AUTHOR: ALISSON MINOZZO DA SILVEIRA

ADVISER: JULIO VIÉGAS

DATE AND DEFENSE'S PLACE: SANTA MARIA, MAY 10<sup>th</sup>, 2017.

This research was conducted for evaluating the productivity, nutritional value and fermentative characteristics of winter cereal silages submitted or not to harvest in the Depressão Central do Rio Grande do Sul. So, experimental pastures were established in May 2013, and the treatments were composed by two varieties of white oats (*Avena sativa* L. cv. UPF 18 and cv. IPR 126) and two of wheat (*Triticum sativum* L. cv. BRS Tarumã and BRS Umbu), in two management conditions (half of the plots submitted to cuts during the cycle and the other half without cuts), totaling eight treatments, with four replications, in a completely randomized experimental design. Silage was made at the paste grain stage with approximately 30 to 35% dry matter, and after 60 days of fermentation, were opened for evaluation. To evaluate the level of nitrogen fertilization of winter cereal through the critical curve of nitrogen dilution by DM accumulation, five samples were taken per plot, every 21 days from the moment when the forage presented more of one tonne of dry matter per hectare. We used the model of N dilution in plant tissue, proposed by Lemaire and Salette (1984). The UPF 18 oats present higher productivity, with lower protein levels. IPR 126 oats have better nutritional characteristics such as NDFap, NFC and TDN. Fermentative characteristics of different studied silages are similar. As for the in vitro degradability parameters of the silages, wheat cultivars obtained higher gas production and CH<sub>4</sub>, showing to be more degradable than oats. The UPF 18 oat cultivar presented a lower concentration of SCFA. BRS Umbu wheat presented lower production of propionic acid, thus increasing the C<sub>2</sub>/C<sub>3</sub> ratio. Nitrogen nutrition was deficient in all cultivars and developmental stages, and BRS Umbu wheat pasture was the one that most approached the model in relation to the others in the initial and intermediate phases of the cycle, with a higher NNI, but it was also the high presented more nitrogen dilution during the cycle. IPR 126 oats had the lowest dilution of nitrogen over time. UPF 18 oats was more productive, however, IPR 126 oats presented best nutritional characteristics. wheat cultivars silage and IPR 126 oats are more digestible than the UPF 18 oats silage. Evaluated pastures presented nitrogen fertilization deficiency in all cultivars and developmental stages.

**Key words:** Oat, degradability, nitrogen, fermentative parameters, wheat

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO 3 - PRODUTIVIDADE, VALOR NUTRITIVO E CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO SUBMETIDOS OU NÃO A CORTES NA DEPRESSÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Tabela 1. Dados meteorológicos de temperatura, precipitação e insolação, ocorridas e normais, durante o período de condução do experimento (maio à outubro de 2013).....25

Tabela 2. Rendimento de matéria seca (MS) e características da forragem pré-ensilada de cereais de estação fria no estádio de grão pastoso, submetidas ou não à cortes.....30

Tabela 3. Parâmetros fermentativos e perdas de nutrientes de silagens de cereais de estação fria no estádio de grão pastoso, submetidas ou não à cortes.....33

Tabela 4. Valor nutritivo de silagens de cereais de estação fria no estádio de grão pastoso, submetidas ou não à cortes.....35

Tabela 5. Valor nutritivo de silagens de cereais de estação fria no estádio de grão pastoso, submetidas ou não à cortes.....38

### **CAPÍTULO 4 - CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO RUMINAL “IN VITRO” DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO**

Tabela 1. Efeito da silagem de diferentes cultivares de trigo(cv. BRS Tarumã e BRS Umbu) e aveia branca(cv. UPF 18 e IPR 126) sobre a produção de gás, metano(CH<sub>4</sub>) e ácidos graxos de cadeia curta(AGCC) “*in vitro*”.....50

## LISTA DE FIGURAS

### **CAPÍTULO 3 - PRODUTIVIDADE, VALOR NUTRITIVO E CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO SUBMETIDOS OU NÃO A CORTES NA DEPRESSÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Figura 1. Índice de nutrição de Nitrogênio(INN) em forragem de espécies de aveia branca(cv. UPF 18 e IPR 126) e trigo(cv. BRS Tarumã e BRS Umbu).....32

### **CAPÍTULO 4 - CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO RUMINAL “IN VITRO” DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO**

Figura 1 - Valores acumulados de produção de gás (mL) observados para silagem de diferentes cultivares de trigo(cv. BRS Tarumã e BRS Umbu) e aveia branca(cv. UPF 18 e IPR 126) em 48 horas de fermentação in vitro gás. TREAT=efeito do tratamento; TIME=efeito do tempo de incubação; TREAT\*TIME= efeito da interação entre tratamento e tempo de incubação.....51

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>11</b>
1.1 INTRODUÇÃO.....	11
1.2 OBJETIVOS.....	12
1.2.1 Objetivo Geral.....	12
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
1.2.3 Hipóteses.....	13
<b>CAPÍTULO 2 - ESTUDO BIBLIOGRÁFICO.....</b>	<b>14</b>
2.1 Integração lavoura-pecuária.....	14
2.2 Silagem de gramíneas de inverno.....	15
2.3 Principais espécies de inverno utilizadas na confecção de silagens.....	16
2.3.1 Aveia branca.....	16
2.3.2 Trigo.....	17
2.4 Cinética de fermentação ruminal “in vitro” de silagens de cereais de inverno.....	19
<b>CAPÍTULO 3 - PRODUTIVIDADE, VALOR NUTRITIVO E CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO SUBMETIDOS OU NÃO A CORTES NA DEPRESSÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL.....</b>	<b>22</b>
Introdução.....	24
Material e métodos.....	25
Resultados e discussão.....	30
Conclusões.....	40
Referências.....	40
<b>CAPÍTULO 4 - CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO RUMINAL “IN VITRO” DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO.....</b>	<b>43</b>
Introdução.....	45
Material e métodos.....	46
Resultados e discussão.....	49
Conclusões.....	53
Referências.....	53
<b>CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>56</b>
Referências.....	57

## CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1.1 Introdução

A utilização de forragens conservadas na alimentação de vacas leiteiras é uma prática comum nos períodos de carência de forragem e tem por objetivo fornecer alimento volumoso de boa qualidade e em quantidades suficientes para a manutenção dos níveis de produtividade dos rebanhos (MEINERZ et al., 2011). As principais culturas utilizadas para produção de silagem são o milho (*Zea mays*) e o sorgo (*Sorghum bicolor*), culturas típicas de verão, com elevados custos de produção e que competem com culturas de maior interesse econômico, sobretudo a soja. Assim, há necessidade de se estudar a utilização de novas culturas para a elaboração de silagens, no sentido de reduzir os custos de produção (PINTO et al., 2007). No estado do Rio Grande do Sul boa parte das áreas utilizadas no verão, principalmente com o cultivo da soja (*Glycine max*), ainda ficam ociosas no período de inverno. Sendo assim, o cultivo de espécies de inverno pode contribuir tanto para a melhor utilização destas áreas, quanto para a liberação para o cultivo da soja no período de verão.

O cultivo de cereais de estação fria, como a aveia branca (*Avena sativa* L.) e o trigo (*Triticum aestivum* L.), ocupam aproximadamente 35% das áreas destinadas à agricultura no mundo (PHILLIPS et al., 1996). Normalmente são cultivados com o objetivo de produzir grãos, para a alimentação humana e animal, ou como forrageiras para a formação de pastagens. Em sistemas de integração entre agricultura e pecuária, estes cereais podem ser utilizados tanto em pastejo direto como em manejo de duplo propósito, produzindo forragem que pode ser ensilada ou grãos, contribuindo para a maior estabilidade da produção (BORTOLINI et al., 2004). A exploração destes sistemas integrados de produção tem como objetivo otimizar o uso da terra, da infra-estrutura e da mão-de-obra, permitindo diversificar e aumentar a produção (MELLO et al., 2004). Neste sentido, a utilização de cereais de estação fria surge como uma alternativa para produção de silagem de qualidade, com baixo custo, considerando que no sistema duplo

propósito pode-se fazer alguns cortes sem interferir na qualidade e quantidade de grãos produzidos, incrementando assim a produção leiteira no sul do Brasil.

A quantidade e, especialmente, a qualidade da forragem produzida pelos cereais de estação fria são determinadas por diversos fatores, destacando-se a variabilidade entre as espécies, entre genótipos de uma mesma espécie e a adaptabilidade destas às diferentes condições edafoclimáticas (BRUCKNER & HANNA, 1990). A silagem de cereais de inverno apresenta, geralmente, maiores teores de proteína bruta do que a silagem de milho, mas com valor energético inferior (SCHEFFER-BASSO et al., 2003). Há, no entanto, carência de informações sobre diversos fatores envolvidos na ensilagem destes materiais, sobretudo no que tange os estádios fenológicos para ensilagem e as formas de conservação. Considerando-se que as forrageiras de estação fria apresentam elevado valor nutritivo durante o período vegetativo, associado a baixos teores de matéria seca, contrastando com o estágio de grão pastoso, em que os teores de matéria seca são adequados à ensilagem, porém o valor nutritivo é inferior, questiona-se qual o período (vegetativo ou reprodutivo) e o estágio fenológico da planta (pré-emurchecida ou material verde) seriam os mais adequados ao processo de ensilagem.

Neste sentido, a avaliação das perdas decorrentes do processo fermentativo é um fator fundamental para a viabilidade técnica da ensilagem, pois segundo Rotz e Muck (1994), as perdas médias do processo de ensilagem variam de 14 a 24%, podendo chegar a até 48% do material ensilado, dependendo dos teores de matéria seca e de carboidratos solúveis da forrageira. Desta forma, uma avaliação detalhada das matérias prima utilizadas para a ensilagem e de alternativas para minimização das perdas é fundamental para ampliar o conhecimento sobre o tema e buscar soluções para aperfeiçoar o processo de ensilagem.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a produção, a qualidade, as perdas fermentativas e a cinética ruminal “*in vitro*” de silagens elaboradas a partir de forrageiras anuais de estação fria, submetidas ou não ao manejo de cortes.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Comparar o potencial da aveia branca e trigo para a produção de silagem, submetidos ou não ao manejo de cortes;
- Avaliar o rendimento das pastagens de aveia branca e trigo;
- Quantificar as perdas por gases, efluentes e de nutrientes derivadas do processo fermentativo das silagens;
- Determinar os parâmetros fermentativos, valor nutritivo das silagens e a produção de ácidos graxos de cadeia curta e metano via degradabilidade *in vitro*.
- Avaliar o diagnóstico da nutrição nitrogenada de cultura de cereais de inverno através da curva crítica de diluição do nitrogênio

### 1.2.3 Hipóteses

- O manejo duplo propósito (manejo de cortes) altera o rendimento de forragem dos cereais de inverno.
- A adubação nitrogenada de 150kg/ha de N divididas em 3 aplicações é capaz de atingir o potencial máximo de crescimento dos cereais de inverno.
- As características nutricionais e fermentativas das silagens de cereais de inverno são alteradas pelo manejo duplo propósito (manejo de cortes).
- A digestibilidade “*in vitro*” dos cultivares de cereais de inverno apresentam diferentes perfis de produção de gases e ácidos graxos voláteis

## **CAPÍTULO 2 - ESTUDO BIBLIOGRÁFICO**

### **2.1 Integração lavoura-pecuária**

A integração entre agricultura e pecuária pode ser definida como um sistema que integra as duas atividades, ou seja, a produção de grãos e pastagens, envolvendo nesses sistema o solo, a planta e os animais (BARTMEYER, 2006), e tem como objetivos maximizar o uso da terra, da infra-estrutura e da mão-de-obra, diversificando a produção, além de minimizar custos, diluir os riscos e agregar valor aos produtos agropecuários (MORAES et al., 2011). Na região sul do Brasil, o sistema de integração lavoura-pecuária já vem sendo usado há algum tempo, com bons resultados. Estes sistemas de integração têm potencial para aumentar a produtividade de grãos e de carne/leite, reduzindo os riscos de degradação do solo (GARCIA et al., 2004).

O uso de áreas agrícolas para a produção de forragem anual de inverno possibilita melhor aproveitamento das áreas cultivadas, pois as forrageiras promovem a cobertura do solo no período de inverno, e podem ser utilizadas na alimentação animal, permitindo a diversificação das atividades na propriedade e aumento de renda (SILVA, 2005). Além disso, a integração oferece outras vantagens, como a melhoria das condições físico-químicas do solo, em consequência do aumento na reciclagem de nutrientes, incremento da microflora e microfauna, quebra no ciclo de pragas e microrganismos patogênicos (GARCIA et al., 2004). Em virtude destes fatores, a inclusão de pastagens em áreas agrícolas tem demonstrado ser uma ferramenta útil na recuperação de áreas degradadas, promovendo maior sustentabilidade do sistema produtivo. Para que estes benefícios sejam alcançados, a utilização da pastagem deve ser conduzida com

alta oferta de forragem para os animais (MORAES et al., 2002). Apesar disso existem muitas contestações a respeito do sistema de integração, e um deles, é o fato de que o animal possa extrair nutrientes do sistema afetando as características do solo, e reduzindo a manutenção da matéria orgânica ou cobertura vegetal após o pastejo (MORAES et al., 2011).

Uma das mais sérias limitações à atividade pecuária, na região Sul do Brasil, com predominância de pastagens naturais é o padrão estacional de produção de forragem, concentrando-se o período de maior carência entre os meses de março e setembro, por causa da paralisação do crescimento das espécies estivais, principal componente das pastagens nativas (SCHEFFER-BASSO et al., 2004). Uma das alternativas para amenizar o vazio forrageiro é a utilização de pastagens cultivadas de estação fria (MORAES et al., 1995), além disso, essa utilização no sistema de duplo propósito permite fornecer aos animais forragem verde no período crítico de carência alimentar e produzir grãos, resultando no melhor aproveitamento do potencial da propriedade (DEL DUCA & FONTANELLI, 1995). As incorporações de novas tecnologias de manejo e novo material genético vegetal têm possibilitado ao sistema de integração lavoura-pecuária conciliar a atividade agrícola e pecuária, de modo a incrementar a produtividade de grãos e leite/carne, com reflexos importantes na economia da propriedade rural (BARTMEYER, 2006).

## **2.2 Silagem de gramíneas de inverno**

A silagem pode ser elaborada colhendo-se diretamente a planta inteira com ensiladoras nos estádios de grão pastoso, a massa firme, ou no estágio vegetativo necessitando de pré-emurhecimento. O valor nutritivo da silagem dos cereais de inverno é geralmente superior em proteína bruta ao da silagem de milho, mas com valor energético inferior (SCHEFFER-BASSO et al., 2003).

Segundo Coan et al. (2001), a utilização da ensilagem como técnica de conservação de forrageiras de inverno é uma prática que vem sendo adotada com frequência no Sul e Sudeste do Brasil em substituição à fenação, que pode ser bastante prejudicada pelas condições climáticas predominantes nessa época. Entretanto, para a obtenção de silagem de alta qualidade, devem ser considerados

fatores como: teores de matéria seca, poder tampão e carboidratos solúveis da forrageira, associados às práticas adequadas de ensilagem.

Geralmente, a ensilagem de plantas forrageiras que apresentam matéria seca (MS) inferior a 21%, carboidratos solúveis inferiores a 2,2% na matéria verde e baixa relação entre carboidratos e poder tampão, os riscos de fermentações secundárias são maiores, tornando-se imprescindível o uso de recursos que, de alguma forma, modifiquem esta situação (McDONALD et al., 1991).

A redução no teor de umidade das forrageiras a serem ensiladas poderá ser feita pela adição de produtos com alto conteúdo de matéria seca, como grãos de cereais ou pelo pré-emurhecimento ao sol (LOPEZ & MÜHLBACH, 1991). Nesse sentido, a remoção parcial de água da planta, através do pré-emurhecimento, pode ser uma opção interessante, por proporcionar condições ideais para o crescimento de bactérias lácticas (PEREIRA & REIS, 2001).

## **2.3 Principais espécies de inverno utilizadas na confecção de silagens**

### **2.3.1 Aveia branca**

A aveia-branca (*Avena sativa* L.) é uma planta herbácea anual, com grande potencial de utilização, tanto na alimentação humana quanto na animal. Apresenta-se como uma alternativa economicamente viável para cultivo no período inverno/primavera na região Sul do Brasil, podendo ocupar parte da área de solos agrícolas que ficam em repouso nesta época do ano. Além de suprir as deficiências das pastagens nativas, compostas basicamente por espécies estivais, com baixo valor nutritivo, através da produção de grãos e forragem na forma de pastejo e/ou conservada, a aveia-branca também tem boa aplicabilidade, pois alcança bons rendimentos de proteína bruta por hectare (FONTANELI et al., 1996). Com o uso de manejo adequado, considerável quantidade de forragem pode ser removida, sem afetar seriamente a produção de grãos (BORTOLINI et al., 2004).

A aveia branca apresenta elevado potencial para cobertura do solo em sistemas de produção de grãos, durante a época da entressafra, ou na rotação de culturas em sistemas de produção de trigo, apresentando altos rendimentos de produção de grãos. Em anos favoráveis para esta cultura, tem-se observado crescimento vegetativo exuberante, ocasionando altos índices de acamamento com

perdas significativas e prejuízos na qualidade dos grãos (DEL DUCA & FONTANELI, 1995)

Estudos conduzidos no Brasil demonstraram que a aveia branca apresenta elevados teores de proteína bruta e DIVMS e baixos valores de FDN, FDA e lignina, comprovando o elevado valor nutritivo da aveia (HERLING et al., 2001; MOREIRA et al., 2001). No entanto, essas características estão presentes em sua fase de crescimento vegetativo com alta proporção de folhas, baixo teor de fibras e altos teores de proteína e ao passar para o estágio reprodutivo ocorre queda em sua qualidade (SÁ, 1995).

A aveia branca tem como uma de suas características morfológicas a manutenção do meristema apical próximo à superfície do solo até o início da fase reprodutiva (BRISKE & RICHARDS, 1995). A redução na produção de grãos está normalmente associada à remoção dos meristemas apicais das plantas, que induz à formação de novos perfilhos secundários, os quais produzem panículas menores e com menor quantidade de grãos que o perfilho principal (GARCIA et al., 2004). Períodos de descanso para pastagens de aveia branca de até quatro semanas permite adequada recuperação da desfolhação proporcionando produção de quantidades elevadas de matéria seca. O pastejo controlado da aveia branca estimula a produção de matéria seca e permite o rendimento de grãos, demonstrando a alta aptidão desta espécie ao sistema de duplo propósito (BORTOLINI et al., 2005). Neste sentido, possibilitaria a produção de silagens de alta qualidade.

### 2.3.2 Trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é a gramínea anual de inverno mais cultivada no mundo. Produz forragem de alta qualidade durante o outono e inverno. Trigos para duplo propósito devem ser semeados antes da época tradicional, aumentando a população de plantas em 10 a 20%, propiciando melhor cobertura de solo, fornecendo forragem para a produção de carne ou leite e, posteriormente, grãos para alimentação humana e animal (FONTANELI et al., 2006). Possui papel importante na diversificação das culturas nas propriedades agropecuárias, como alternativa econômica no período de inverno. Pode ser utilizado principalmente na

alimentação humana na forma de grãos, e na alimentação animal na forma de forragem verde, feno, silagem e duplo propósito, além de cobertura vegetal.

No sistema de duplo propósito algumas cultivares se destacam, tendo como características rápido estabelecimento, alta capacidade de perfilhamento e hábito de crescimento ereto a semiereto (REBUFFO, 2001). Também devem apresentar um ciclo apropriado para o pastejo e/ou corte e colheita de grãos, com fase vegetativa longa e reprodutiva curta, ou seja, ciclo tardio-precoce, podendo ser semeados antecipadamente à época normal. Estas características favorecem a produção de massa verde no período crítico de falta de forragens no inverno (DEL DUCA et al., 2000). Com isso, o trigo como uma cultura de duplo propósito (forragem e grãos), tem sido usado em diversos países como Estados Unidos, Uruguai e Argentina, como excelentes retornos financeiros aos agricultores (FONTANELI et al., 2007).

O uso do trigo, tanto para produção de grãos quanto para o pastejo dos animais é apresentado como alternativa para evitar a ociosidade das lavouras, e também prover forragem no período hibernal em toda a região sul do país. Os genótipos mais indicados apresentam período vegetativo longo, com boa produção de forragem e fase reprodutiva curta, mantendo a estabilidade produtiva em relação ao rendimento e a qualidade industrial dos grãos (WENDT et al., 2006).

No Sul do Brasil, tem sido observado que trigo de duplo propósito após ser pastejado produz rendimento de grãos similar ou mais elevado do que não pastejado, em virtude de vários fatores, como elevado perfilhamento, renovação da área foliar, redução de porte, permitindo maior contribuição fotossintética ao desenvolvimento da planta. Desta maneira, as plantas de trigo tendem a se ajustar após a remoção da biomassa foliar (adaptação fenotípica) antes do período crítico de alongação dos entrenós (DEL DUCA et al., 2000).

Para se alcançar os resultados esperados com trigo de duplo propósito, Redmon (1995) cita como itens essenciais a adequada fertilidade do solo, semeadura na época recomendada para a região e término do período de pastejo antes da alongação dos entre-nós. Epplin (2000), trabalhando com trigo de duplo propósito nas Grandes Planícies dos EUA, salienta a importância de se antecipar a semeadura, considerando que este é um fator determinante no sucesso econômico no sistema de duplo propósito para o trigo, pois quando a semeadura é realizada

precocemente, aumenta a renda com produção de forragem ao prolongar-se o ciclo vegetativo da cultura. No Uruguai, a melhor produtividade de grãos e de forragem foi observada quando a semeadura de cultivares de trigo de duplo propósito foi realizada entre 15 de abril e 25 de maio, antecipando-se a semeadura em 30 dias em relação as cultivares utilizadas somente para produção de grãos (BERGES, 2005), no entanto esta antecipação da semeadura pode expor o trigo às pragas devido ao clima relativamente quente (HENRIQUE, 2006).

A densidade de semeadura recomendada no Sul do Brasil para trigo duplo propósito é de 350 a 400 sementes aptas por metro quadrado. A quantidade de semente por hectare pode variar de 90 a 110 kg e a distância entre linhas não deve ser superior a 20 cm (DEL DUCA et al., 2000). A observação dos estádios fenológicos para o manejo do corte ou pastejo é importante, pois a desfolha intensa e por longo período provoca queda no índice de área foliar. No caso de pastejo, deve-se limitar a altura de pastejo entre 5 e 7 cm do solo e retirar os animais a partir da alongação do colmo (DEL DUCA et al., 2000), pois o meristema apical fica exposto ao pastejo ou corte, podendo ser removido, o que reduz severamente a produtividade de grãos (BERGES, 2005).

#### **2.4 Cinética de fermentação ruminal “in vitro” de silagens de cereais de inverno**

As técnicas “*in vivo*”, “*in situ*” e “*in vitro*” de avaliação dos alimentos são uma valiosa ferramenta para estimar o valor nutritivo dos alimentos. A estimativa “*in vivo*” do valor nutritivo dos alimentos é limitada pela necessidade de se ter número representativo de animais homogêneos para serem mantidos durante um período de adaptação e de amostragem, aumentando os custos de avaliação em grande escala (BUENO et al., 2008). Por tal razão, têm-se desenvolvido técnicas “*in vitro*”, as quais são menos onerosas e facilitam o controle das condições experimentais. Várias são as técnicas “*in vitro*” de produção de gás (GETACHEW et al., 2004). Dentre as principais vantagens dos métodos “*in vitro*”, encontram-se o baixo custo, a rapidez na obtenção de resultados, o elevado controle ambiental e a possibilidade de se trabalhar com grande número de tratamentos e baixas quantidades de amostra (MAKKAR, 2004).

As técnicas de produção de gases “in vitro” foram desenvolvidas para prever a fermentação de alimentos para ruminantes. O alimento é incubado com líquido ruminal, meio e os gases produzidos são medidos como indicadores indiretos da cinética de fermentação. Quando o alimento é incubado, este primeiramente é degradado e a fração degradada pode ser fermentada e produzir gases e ácidos da fermentação ou incorporar-se à biomassa microbiana (RYMER et al., 2005). O principal objetivo da técnica de produção de gases “in vitro” é prover informação que é relevante na interpretação de valores nutricionais de alimentos e/ou respostas animais e/ou impactos animais no ambiente (KRISHNAMOORTHY et al., 2005).

A técnica de produção de gases “in vitro”, baseada na simulação das fermentações ruminais em frascos de vidro inoculados com microrganismos ruminais tem sido utilizada com a finalidade de estudar o efeito de alimentos e aditivos que possuem fatores bioativos na fermentação ruminal e degradabilidade da matéria orgânica (BUENO et al., 2008). Segundo Bueno et al. (2005), os sistemas de produção de gases “in vitro” proporcionam uma estimativa da digestibilidade da matéria seca (MS) e/ou da matéria orgânica (MO), e são um indicador direto dos produtos finais produzidos, como a produção de gases, e indireta como ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Ainda, em sistemas “in vitro” capazes de aprisionar o gás gerado durante a fermentação, possibilitam determinar a concentração de CH<sub>4</sub> e de outros gases (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, etc.). Segundo Getachew et al. (2004), a quantidade de gases produzidos do alimento em incubação reflete a produção de AGCC, os quais são a principal fonte de energia dos ruminantes. Os gases produzidos surgem diretamente da degradação microbiana dos alimentos, e indiretamente da reação do tampão com os ácidos gerados como resultado da fermentação.

Wilkins (1974) descreveu uma abordagem diferente de medição das cinéticas de fermentação “in vitro”, onde a fermentação foi realizada em garrafas seladas e os gases produzidos foram determinados usando um transdutor ou sensor de pressão para medir o acúmulo de pressão na parte superior da garrafa, este princípio tem sido amplamente adotado por ser simples e sensitivo. A técnica “in vitro” de produção de gás utilizada neste trabalho foi a semiautomática com transdutor de pressão descrita em Theodorou et al. (1994) e Maurício et al. (1999).

Frascos de vidro são preenchidos com líquido ruminal, meio de incubação e substrato, sendo em seguida selados e incubados em estufa ou banho-maria, permitindo dessa forma o acúmulo de gás dentro do frasco. A pressão interna do frasco é determinada periodicamente com o uso de transdutor de pressão. Logo, determina-se o volume de gás produzido utilizando curva de regressão “pressão  $\times$  volume de gás” previamente definida para as condições laboratoriais. Juntamente com as leituras de pressão, são realizadas amostragens de líquido da fermentação e gás, que é armazenado em tubos a vácuo. Assim, posteriormente determina-se a concentração de AGCC no líquido coletado e também  $\text{CH}_4$  no gás produzido. Esta é uma técnica robusta, precisa e que permite a incubação simultânea de muitas amostras.

### **CAPÍTULO 3 - PRODUTIVIDADE, VALOR NUTRITIVO E CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO SUBMETIDOS OU NÃO A CORTES NA DEPRESSÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Álison Minozzo da Silveira<sup>1</sup>, Julio Viégas<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Aluno do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia–UFSM, RS, Bolsista CAPES. Email: alissonmsilveira@gmail.com

<sup>2</sup>Doutor, Professor Associado do Departamento de Zootecnia – UFSM, RS, Brasil

**Resumo:** O experimento foi conduzido para avaliar a produtividade, o valor nutricional e as características fermentativas de silagens de cereais de inverno submetidos ou não a cortes na Depressão Central do Rio Grande do Sul. As pastagens experimentais foram estabelecidas em maio de 2013, sendo os tratamentos compostos por duas variedades de aveia branca (*Avena sativa* L. cv. UPF 18 e cv. IPR 126) e duas de trigo (*Triticum sativum* L. cv. BRS Tarumã e cv. BRS Umbu), em duas condições de manejo (metade das parcelas foram submetidas ao manejo de cortes no decorrer do ciclo e a outra metade não recebeu cortes), totalizando quatro tratamentos, e duas condições de manejo, com quatro repetições, em um delineamento experimental inteiramente casualizado. A ensilagem foi realizada no estágio de grão pastoso com aproximadamente 30 a 35% de matéria seca, e armazenada em silos experimentais de plástico de alta densidade. Os silos foram pesados e acondicionados em local seco e fresco, sem a incidência de luz direta e, após 60 dias de fermentação, foram abertos para avaliação das silagens. Houve diferença de rendimento de matéria seca no manejo sem cortes, com superioridade para a aveia UPF 18, enquanto o menor rendimento foi observado para o Trigo BRS Tarumã. Não houve alteração de produtividade quando os cultivares foram submetidos ao manejo de cortes. Os valores de pH das silagens foram iguais entre os diferentes cultivares e formas de manejo. Os valores encontrados para as perdas por gases e efluentes estão dentro dos esperados, e o teor de nitrogênio amoniacal foi semelhante entre os cultivares e formas de manejo. A aveia UPF 18 apresentou menor teor de proteína bruta, enquanto a aveia IPR 126 no manejo de cortes apresentou menor valor para FDNcp, e maiores valores de CNF e NDT. A aveia UPF 18 foi mais produtiva, porém, a aveia IPR 126 que apresentou as melhores características nutricionais. As características

fermentativas das diferentes silagens estudadas são semelhantes, com a obtenção de silagens de elevada qualidade.

**Palavras-chave:** aveia branca, trigo, duplo propósito, qualidade da silagem

**Productivity, nutritional value and fermentative characteristics of winter cereal silages submitted or not to cuts in Central Depression of Rio Grande do Sul**

**Abstract:** The experiment was conducted to evaluate the productivity, nutritional value and fermentative characteristics of winter grain silages submitted to cuts in the Central Depression of Rio Grande do Sul. Experimental pastures were established in May 2013, (Avena sativa L. cv. UPF 18 and IPR 126) and two wheat (Triticum sativum L. cv. BRS Tarumã and cv. BRS Umbu), under two management conditions (half of the plots submitted to cuts during the cycle and the other half without cuts), totalling four treatments and two driving conditions, with four replications, in a completely randomized experimental design. The ensiling was carried out at the paste grain stage with approximately 30 to 35% dry matter, and stored in experimental high density plastic silos. Silos were weighed and conditioned in a dry and cool place, without the incidence of direct light and, after 60 days of fermentation, were opened for evaluation. There was a difference in dry matter yield in the uncut management, UPF 18 oats having the highest yield, while the lowest were for BRS Tarumã wheat. There was no change in productivity when the cultivars were submitted to cut management. The pH values of the silages were the same among the different cultivars and management methods. The values found for the losses by gases and effluents are within the expected values, and the ammoniacal nitrogen content was similar between the cultivars and management forms. UPF 18 oats had lower crude protein contents, while the IPR 126 oats in the treatment of cuts had lower values for NDFap and higher values of NFC and TDN. UPF 18 oats was more productive, however, IPR 126 oats presented best nutritional characteristics. Fermentative characteristics of the different silages studied are similar, obtaining high quality silages.

**Key words:** White oats, wheat, dual purpose, silage quality

## Introdução

A utilização de cereais de estação fria tem crescido bastante nos últimos anos, sendo que normalmente são cultivados com o objetivo de produzir grãos, para a alimentação humana e animal, ou como forrageiras para a formação de pastagens. Em sistemas de integração entre agricultura e pecuária, estes cereais podem ser utilizados tanto em pastejo direto como em manejo de duplo propósito, produzindo forragem que pode ser ensilada ou grãos, contribuindo para a maior estabilidade da produção (BORTOLINI et al., 2004).

No Sul do Brasil, a estacionalidade da produção de forragem é evidente no período do outono, quando a oferta e a qualidade das forragens é baixa, pois coincide com o período em que as forrageiras de verão estão findando seu ciclo, enquanto as anuais de inverno estão iniciando. Este período é conhecido como “vazio forrageiro outonal”, sendo caracterizado pela perda de peso dos animais e redução na produção leiteira. (FONTANELI & FONTANELI, 2009). Nesses períodos é comum na alimentação animal a utilização de forragens conservadas, na forma de feno, pré-secado e silagem, com o objetivo de fornecer alimento volumoso em quantidade e qualidade para manter os níveis de produtividade dos rebanhos leiteiros (MEINERZ, 2009).

Devido à falta de informações sobre os processos envolvidos na conservação de culturas de inverno, como o trigo e aveia, é de fundamental importância verificar quais cultivares tem maior potencial de produção e se o sistema de duplo-propósito pode intervir nas características de produtividade, qualidade e de perdas durante o processo fermentativo das silagens de cereais de inverno. Objetivou-se com este trabalho determinar a produtividade, valor

nutricional e características fermentativas de silagens de cereais de inverno submetidos ou não a cortes na Depressão Central do Rio Grande do Sul.

### Material e Métodos

O experimento de campo foi conduzido entre maio e outubro de 2013, pelo Núcleo de Pesquisa e Extensão da Cadeia Leiteira (NUPECLE), em área pertencente ao Departamento de Zootecnia (DZ), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, situada na região fisiográfica denominada Depressão Central do Rio Grande do Sul, Brasil, à altitude de 95 m, 29° 43' de latitude sul e 53° 42' de longitude oeste. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico pertencente à unidade de mapeamento São Pedro (EMBRAPA, 1999) e o clima da região é o Cfa (subtropical úmido) conforme classificação de Köppen (MORENO, 1961). Os dados de temperatura, precipitação e insolação registrados no período do experimento estão expressados abaixo.

Tabela 1. Dados meteorológicos de temperatura, precipitação e insolação, ocorridas e normais, durante o período de condução do experimento.

Meses	Temperatura (°C)		Precipitação (mm)		Insolação (horas)	
	Média Ocorrida	Média Normal	Ocorrida	Normal	Ocorrida	Normal
Maio	15,1	15,2	71,6	114,3	142,9	181,1
Junho	13,2	12,9	81,6	133,6	125,7	153,7
Julho	13,1	13,3	113,5	161,8	166,2	162,6
Agosto	12,8	13,9	163,8	187,8	163,1	161,1
Setembro	17,1	15,7	69,2	197,7	160,1	154,9
Outubro	19,5	17,6	108,7	152,9	218,4	202,3

Fonte: INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2016.

A área experimental total foi de 1.600 metros quadrados, dividida em 32 parcelas experimentais, com dimensões de 6m de comprimento e 6m de largura, e corredores de 1m de largura. Os tratamentos foram constituídos por duas variedades de aveia branca (*Avena sativa* L. cv. UPF 18 e cv. IPR 126) e duas de trigo (*Triticum sativum* L. cv. BRS Tarumã e cv. BRS Umbu), em duas condições de manejo (metade das parcelas submetidas a 2 cortes no decorrer do ciclo, para simular o pastejo, e a outra metade não recebeu cortes durante seu ciclo), com quatro repetições.

Os tratamentos foram estabelecidos com densidade de semeadura de 400 sementes viáveis/m<sup>2</sup> em linhas com espaçamento de 17 cm, para todas as espécies no dia 5 de maio, sendo que sessenta dias antes da semeadura foi feita a correção do pH do solo da área experimental, conforme a análise do solo, mediante a aplicação de calcário dolomítico. A adubação potássica e fosfatada foi realizada conforme as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004). A adubação nitrogenada foi de 150 kg/ha, sob a forma de ureia, distribuída em três aplicações (na semeadura e logo após os dois cortes).

A metade das parcelas foi submetida ao manejo de duplo propósito, com dois cortes quando o dossel atingiu em torno de 35 cm de altura, deixando resíduo de 10 cm, com o objetivo de simular o pastejo, e após foi realizado o diferimento junto com a outra metade das parcelas que não foram submetidas ao manejo duplo propósito, permitindo o desenvolvimento final das culturas até que as forrageiras atingiram estágio fenológico de grão pastoso, com aproximadamente 30 a 35% de matéria seca. Para confecção das silagens a forragem foi cortada a 10 cm de altura

com o uso de motosssegadora. No momento anterior a ensilagem foi retirada uma amostra da forragem para determinação da capacidade tampão (PLAYNE & MCDONALD, 1966).

A produtividade da forragem foi estimada antes dos cortes, através de cinco amostragens efetuadas com corte rente ao solo por parcela com amostragem em quadro com dimensões de 30x50 cm. Na metade das parcelas onde foram efetuados os dois cortes, a produtividade foi calculada a partir da soma total dos rendimentos obtidos em cada corte realizado anteriormente, desprezando o resíduo deixado. A altura das plantas foi determinada juntamente com a produtividade através de medição com régua graduada. A forragem foi coletada e triturada em moinho forrageiro, regulado para fragmentar o material em partículas com tamanho médio de 2,0 cm. O material foi compactado e hermeticamente fechado em silos experimentais de plástico de alta densidade, com capacidade aproximada de 1000 cm<sup>3</sup>. Os silos foram pesados e acondicionados em local seco e fresco, sem a incidência de luz direta.

Para avaliar o índice de nutrição de nitrogênio (INN), cinco amostragens por parcela foram efetuadas com corte rente ao solo e dimensões de 30x50 cm. Estes cortes foram realizados a cada 21 dias (nas parcelas que não foram realizados os manejos de cortes), a partir do momento em que a forragem apresentou mais de uma tonelada de matéria seca por hectare. Após, foram efetuadas determinações de matéria totalmente seca (MS) em estufa a 105 °C, durante 16 horas e nitrogênio (N) total pelo método micro Kjeldahl.

Os resultados observados foram comparados com o modelo de diluição do nitrogênio no tecido vegetal proposto para plantas com metabolismo C<sub>3</sub>,  $N(\%) = \alpha MS^{-\beta}$  onde N (%) é o conteúdo de N da parte aérea da planta em função da

biomassa produzida, o coeficiente  $\alpha$  da equação representa a percentagem de N contida na parte aérea das plantas em uma massa conhecida, de outra forma, descrito como a concentração crítica de N (% MS), MS é a quantidade de massa seca produzida pela parte aérea da pastagem em t/ha e  $\beta$  é o coeficiente de diluição do N e se define como a diminuição do conteúdo de N na planta por cada unidade de MS acumulada. Os valores dos coeficientes foram aqueles propostos por Lemaire e Salet (1984) e validados por Greenwood et al. (1991):  **$N (\%) = 4,8MS^{-0,32}$** , que dividiu os modelos formulando equações diferentes para plantas de metabolismo  $C_3$  e  $C_4$ .

De acordo com esse modelo, qualquer concentração de N abaixo do N ótimo poderá ter a produção da cultura limitada. Foi determinado o índice de nutrição de nitrogênio (INN), dividindo o conteúdo de N da cultura (amostra) pela concentração crítica de N (modelo).

A abertura dos silos foi realizada 60 dias após a ensilagem, desprezando as porções superiores de silagem de cada silo. O material retirado foi homogeneizado e amostras foram coletadas para avaliação de pH, nitrogênio amoniacal, teor de matéria seca e avaliação nutricional. O pH foi determinado com potenciômetro digital (SILVA & QUEIROZ, 2002). Com auxílio de uma prensa, foi extraído líquido para a determinação do nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) através do método de calorimetria segundo (WEATHERBURN, 1967).

Para avaliação nutricional, as amostras foram parcialmente secas em estufa com ventilação forçada de ar a 55 °C até peso constante, sendo posteriormente moída em moinho do tipo Willey em peneira com malha de 1mm e acondicionada para a realização das análises laboratoriais. As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente ácido corrigida para cinzas

(FDAc), lignina em detergente ácido (LDA), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram realizadas segundo procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002). Para determinação da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas (FDNc) não foi utilizado sulfito de sódio na solução em detergente neutro, sendo empregada  $\alpha$ -amilase termoestável. Por isso, a proteína remanescente na FDNc foi subtraída após a multiplicação do fator 6,25 pelo teor do NIDN. A abreviação FDNcp expressa o teor de fibra em detergente neutro determinada com o uso de  $\alpha$ -amilase termoestável, descontando-se a proteína insolúvel em detergente neutro e as cinzas residuais. Também foi determinada a fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína (FDAc<sub>p</sub>). As estimativas de carboidratos não fibrosos (CNF) e o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados de acordo com o NRC (2001).

As perdas decorrentes do processo de ensilagem foram determinadas através da diferença de peso entre o material pré-ensilado e a silagem obtida após os 60 dias de fermentação. Para a quantificação das perdas por efluentes, foram colocados no fundo de cada silo 2 kg de areia previamente seca em estufa, separados da forragem por uma tela plástica de malha fina para evitar o contato direto das partículas com a areia. As perdas por efluentes e gases, e a recuperação da matéria seca (RMS) foram calculadas segundo Jobim et al. (2007).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 quatro tratamentos (cultivares), duas condições de manejo (com e sem corte) e quatro repetições (parcelas), em um arranjo fatorial (4x2). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade do erro.

## Resultados e Discussão

Os cultivares estudados apresentaram ciclos similares, com 150 a 155 dias entre a emergência e o estágio de grão pastoso (Tabela 2). O manejo de cortes atrasou o ciclo dos cultivares em torno de cinco dias. A altura das plantas no momento da ensilagem foi distinta entre os cultivares, sendo que a aveia UPF 18 foi a que apresentou maior porte e o manejo de cortes alteraram a altura das plantas, sendo que todos os cultivares tiveram redução da altura quando submetidos ao manejo de cortes (Tabela 2).

Tabela 2. Rendimento de matéria seca (MS) e características da forragem (ciclo, altura e MS) pré-ensilada de cereais de estação fria no estágio de grão pastoso, submetidas ou não à cortes.

Cultivar	Manejo da Pastagem		Média
	Com corte	Sem corte	
<b>Ciclo (dias)</b>			
Aveia UPF18	157	152	154,5
Aveia IPR 126	157	152	154,5
Trigo BRS Tarumã	154	149	151,4
Trigo BRS Umbu	154	149	151,5
Média	155,5	150,5	
<b>Altura (cm)</b>			
Aveia UPF18	80 <sup>Ab</sup>	111 <sup>Aa</sup>	96
Aveia IPR 126	62 <sup>Bb</sup>	84 <sup>Ba</sup>	75
Trigo BRS Tarumã	59 <sup>Bb</sup>	81 <sup>Ba</sup>	70
Trigo BRS Umbu	57 <sup>Bb</sup>	79 <sup>Ba</sup>	68
Média	65	89	
<b>Matéria Seca (%)</b>			
Aveia UPF18	23,83 <sup>Bb</sup>	33,61 <sup>Aa</sup>	28,72
Aveia IPR 126	23,06 <sup>Ba</sup>	25,84 <sup>Ba</sup>	24,46
Trigo BRS Tarumã	28,98 <sup>Aa</sup>	30,36 <sup>Ab</sup>	29,67
Trigo BRS Umbu	31,00 <sup>Aa</sup>	35,16 <sup>Aa</sup>	33,08
Média	26,72	31,25	
<b>Produtividade (kg/ha MS)</b>			
Aveia UPF18	6683,98	7244,19 <sup>A</sup>	6964,15
Aveia IPR 126	5667,18	6024,05 <sup>AB</sup>	5871,14
Trigo BRS Tarumã	5869,24	5833,98 <sup>B</sup>	5849,12
Trigo BRS Umbu	6312,43	6352,14 <sup>AB</sup>	6335,9
Média	6133,20	6304,91	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna e letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Os teores de matéria seca (MS) das forragens pré-ensiladas (Tabela 2), foram distintos entre os cultivares, sendo que os cultivares de aveia submetidos à cortes tiveram valores próximos a 24%, enquanto ao cultivares de trigo com cortes a MS foi de 30%. Já entre os tratamentos que não foram submetidas à cortes, a aveia IPR 126 apresentou menor teor de MS, com valor de 25,84%. O manejo de cortes reduziu o teor de MS dos cultivares quando atingiram o estágio de grão pastoso, provavelmente por esse manejo ter afetado de forma negativa a produtividade de grãos, diminuindo assim a participação de grãos, o que proporcionaria um aumento na MS do material a ser ensilado. O teor de MS afetou a qualidade fermentativa da silagem, e segundo McDonald et al. (1991), os valores no momento da ensilagem devem variar entre 30 e 35%.

Em relação a produtividade de MS a campo (Tabela 2), os maiores valores no manejo sem cortes foram da aveia UPF 18, enquanto os menores foram para o Trigo BRS Tarumã. Não houve diferença entre os cultivares estudados quando foram submetidos ao manejo de cortes, e também não foi observada alteração de produtividade das cultivares quando se comparam os manejos de corte.

Os valores de produtividade foram inferiores aos descritos por Meinerz et al. (2011), que alcançou produtividade próximas de 10 t/ha de MS para os mesmo cultivares estudados. Mas semelhantes aos resultados de Fontaneli et al. (2009) que obtiveram produtividade de 7,051 kg/ha MS para a aveia UPF 18 e 6,017 kg/ha MS para o trigo BRS Umbu.

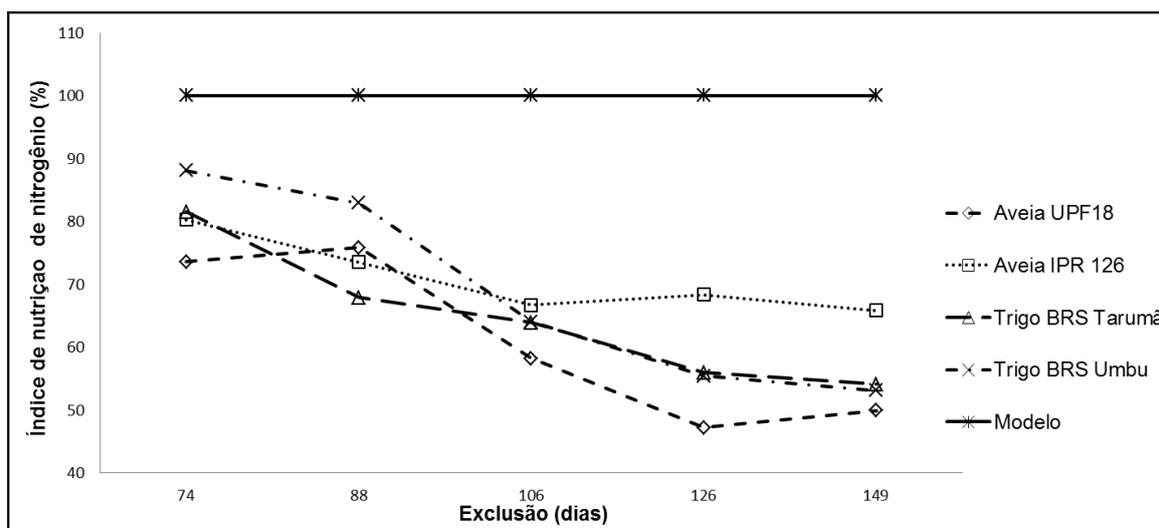


Figura 1. Índice de nutrição de Nitrogênio(INN) em forragem de espécies de aveia branca(cv. UPF 18 e IPR 126) e trigo(cv. BRS Tarumã e BRS Umbu).

A partir do modelo da diluição do N pode-se calcular então o índice de nutrição nitrogenada (INN) (Figura 1), pela diferença entre a porcentagem de N encontrada pela análise do tecido vegetal e a porcentagem de N crítico na mesma biomassa, indicando se a planta está com deficiência ou excesso de N, este último conhecido por consumo de luxo (LEMAIRE & GASTAL, 1997).

Houve deficiência de N em todos os tratamentos e estádios de desenvolvimento, o que pode explicar a menor produtividade encontrada em relação à Meinerz et al. (2011) . A pastagem de trigo BRS Umbu foi a que mais se aproximou ao modelo em relação às demais nas fases iniciais e intermediárias do ciclo, ou seja, até os 106 dias. Sendo que aos 74 dias de exclusão o INN do trigo BRS Umbu foi o que chegou mais próximo ao do modelo, atingindo o índice de 0,89. Na fase mais tardia do ciclo o cultivar que menos sofreu com a deficiência de N foi o de aveia IPR 126, que dos 106 até 149 apresentou índices de INN em torno de 0,7, enquanto a que mais déficit apresentou nessa fase foi à aveia UPF 18, com índices abaixo dos 0,5.

No presente trabalho foi utilizada adubação nitrogenada de 150kg/ha de N divididas em 3 aplicações, que não foram capazes de atingir o potencial máximo de crescimento das plantas segundo modelo proposto pelo modelo de Lemaire & Salette, (1984). Resultados semelhantes foram observados por outros pesquisadores, que somente obtiveram máxima produtividade de espécies hibernais como doses de acima dos 150kg/ha de N (VIÉGAS, 1998; PELLEGRINI et al., 2010; MIGLIORINI et al., 2010).

Avaliando os parâmetros fermentativos das silagens, observou-se que a recuperação de MS foi menor ( $p < 0,05$ ) para o trigo BRS Umbu quando submetido ao manejo de cortes, esse cultivar apresentou 8,03 e 1,53% de perda por gases e efluentes, respectivamente. O trigo BRS Tarumã teve recuperação de MS intermediária entre os cultivares. No manejo sem cortes não houve diferença entre os cultivares (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros fermentativos e perdas de nutrientes de silagens de cereais de estação fria no estágio de grão pastoso, submetidas ou não a cortes.

Cultivar	Manejo da Pastagem		Média
	Com corte	Sem corte	
<b>Recuperação de MS (%)</b>			
Aveia UPF18	95,18 <sup>A</sup>	94,42	94,80
Aveia IPR 126	95,23 <sup>A</sup>	94,76	94,99
Trigo BRS Tarumã	91,79 <sup>AB</sup>	92,80	92,29
Trigo BRS Umbu	90,43 <sup>B</sup>	92,02	91,23
Média	93,15	93,50	
<b>Perda por Gases (%)</b>			
Aveia UPF18	4,01 <sup>B</sup>	4,66	4,35 <sup>B</sup>
Aveia IPR 126	3,80 <sup>B</sup>	4,39	4,10 <sup>B</sup>
Trigo BRS Tarumã	6,54 <sup>AB</sup>	5,71	6,12 <sup>AB</sup>
Trigo BRS Umbu	8,03 <sup>A</sup>	6,01	7,02 <sup>A</sup>
Média	5,60	5,19	
<b>Perda por Efluentes (%)</b>			
Aveia UPF18	0,76 <sup>B</sup>	0,90 <sup>C</sup>	0,83
Aveia IPR 126	0,96 <sup>B</sup>	0,83 <sup>C</sup>	0,90
Trigo BRS Tarumã	1,67 <sup>A</sup>	1,47 <sup>B</sup>	1,57
Trigo BRS Umbu	1,53 <sup>A</sup>	1,95 <sup>A</sup>	1,74
Média	1,23	1,29	

	<b>pH</b>		
Aveia UPF18	4,21	4,29	4,25
Aveia IPR 126	4,10	4,23	4,17
Trigo BRS Tarumã	4,25	4,22	4,25
Trigo BRS Umbu	4,25	4,24	4,25
Média	4,22	4,24	
	<b>Poder Tampão (eq mg HCl/100g MS)</b>		
Aveia UPF18	17,56 <sup>A</sup>	13,59	15,58
Aveia IPR 126	18,31 <sup>Aa</sup>	12,28 <sup>b</sup>	15,30
Trigo BRS Tarumã	12,43 <sup>B</sup>	12,79	12,49
Trigo BRS Umbu	12,89 <sup>B</sup>	10,02	11,08
Média	15,05	12,17	
	<b>N-NH<sub>3</sub>*</b>		
Aveia UPF18	7,89	8,06	7,98
Aveia IPR 126	8,61	8,48	8,55
Trigo BRS Tarumã	8,83	8,65	8,74
Trigo BRS Umbu	8,54	8,49	8,51
Média	8,47	8,42	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna e letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

\*Em relação ao nitrogênio total

Independente dos cortes, podemos observar que as perdas foram maiores para as silagens de trigo em relação as de aveia, por isso dessas silagens obterem menores índices de recuperação de MS. Conforme Oliveira et al. (2010), que avaliaram outras culturas para produção de silagem, dentre elas, milho, sorgo e girassol, verificaram valores médios de 20,4 kg/t de MS) para perdas de efluentes e 2,2% MS de perdas por gases.

Os valores de pH das silagens (Tabela 3) não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os diferentes cultivares e formas de manejo. Os mesmos ficaram dentro dos padrões citados por Kung Júnior e Stokes (2003), o que determina que a fermentação ocorreu de maneira adequada. Os resultados de pH foram superiores aos observados por Meinerz et al. (2011), avaliando diferentes silagens de cereais de inverno, com média de 3,96.

O poder tampão foi similar para os quatros cultivares quando não houve o manejo de cortes, e no caso quando houve manejo com cortes, os cultivares de

trigo apresentaram menor poder tampão. Esses valores encontrados foram inferiores aos 25 eq.mg HCl/100g de MS sugeridos por McDonald et al. (1991), como valor esperado para capins. O poder tampão é a capacidade que a massa ensilada tem em resistir à variação do pH, quanto menor for esse valor, melhor será a qualidade da silagem, pois assim a silagem atingirá a estabilidade mais rapidamente.

O teor de nitrogênio amoniacal foi semelhante entre os cultivares e formas de manejo, mantendo-se abaixo do limite máximo de 11 a 12% do nitrogênio total preconizado por Monteiro et al. (2011). Segundo Tomich et al. (2003), esse parâmetro tem sido amplamente utilizado para indicar a ocorrência de processo fermentativo adequado, pois estando dentro do normal indica boa preservação do material ensilado, com baixa degradação das proteínas e consequente boa qualidade da silagem, sendo o principal parâmetro para indicar degradação protéica.

Quanto ao valor nutritivo, não houve diferença para os teores de proteína bruta (PB), com exceção do menor valor (8,07%) apresentando pela aveia UPF 18 sem manejo de cortes, enquanto os demais cultivares variaram entre 10,32 e 11,55% (Tabela 4). Esses valores foram superiores aos relatados por Meinerz et al. (2011) e Lehmen et al. (2014), ambos autores trabalhando com cultivares de aveia branca e trigo duplo propósito no estágio de grão pastoso, obtiveram teores médios entre 6,85 e 8,03% de PB.

Tabela 4. Valor nutritivo de silagens de cereais de estação fria no estágio de grão pastoso, submetidas ou não à cortes.

Cultivar	Manejo da Pastagem		Média
	Com corte	Sem corte	
	<b>Proteína Bruta</b>		
Aveia UPF18	11,52 <sup>a</sup>	8,07 <sup>Bb</sup>	9,78
Aveia IPR 126	11,49	10,32 <sup>A</sup>	10,92

Trigo BRS Tarumã	11,55	11,11 <sup>A</sup>	11,33
Trigo BRS Umbu	11,26	10,63 <sup>A</sup>	10,94
Média	11,45	10,03	
		<b>NIDN*</b>	
Aveia UPF18	21,06	24,18 <sup>A</sup>	22,62
Aveia IPR 126	17,33	20,64 <sup>AB</sup>	18,99
Trigo BRS Tarumã	17,30	18,49 <sup>B</sup>	17,90
Trigo BRS Umbu	18,28	17,16 <sup>B</sup>	17,72
Média	18,49 <sup>b</sup>	20,12 <sup>a</sup>	
		<b>NIDA*</b>	
Aveia UPF18	11,35 <sup>A</sup>	13,82 <sup>A</sup>	12,58
Aveia IPR 126	9,35 <sup>A</sup>	11,43 <sup>AB</sup>	10,39
Trigo BRS Tarumã	10,17 <sup>A</sup>	10,28 <sup>B</sup>	10,23
Trigo BRS Umbu	10,63 <sup>A</sup>	10,69 <sup>B</sup>	10,66
Média	10,38 <sup>b</sup>	11,56 <sup>a</sup>	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna e letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

\*Em relação ao nitrogênio total

Os valores de NIDN e NIDA foram superiores para a aveia UPF 18 sem cortes, com valores de 24,18 e 13,82, respectivamente. Os resultados deste trabalho com exceção da aveia UPF 18 foram inferiores aos de Meinerz et al. (2015), que relataram valores de 24,34 e 22,46 para NIDN e 11,18 e 14,53 NIDA em relação ao N total, para aveia e trigo respectivamente. Segundo Evangelista et al. (2004), os mais elevados podem estar associados à formação de compostos de Maillard, em decorrência da elevação da temperatura nos silos, devido à fermentação inadequada.

O teor de FDNcp das silagens foi menor no manejo de cortes para a aveia IPR 126 com 50,79% e no manejo sem cortes foi menor para os cultivares de trigo BRS Tarumã e Umbu, com valores de 56,75 e 55,94, respectivamente. O FDNcp da aveia IPR 126 foi alterado pelo manejo de cortes, passando de 62,21 no manejo sem cortes, para 50,79 par ao manejo com cortes, mostrando que os cortes alteraram a composição estrutural desse cultivar e diminuiu o FDNcp. Já nos outros cultivares não foi observada alteração siginificativa ( $p > 0,05$ ) entres os diferentes manejos.

No FDAcp, não houve diferença ( $p>0,05$ ) entre os cultivares no manejo com cortes, já no manejo sem cortes o menor ( $p<0,05$ ) foi encontrado para o trigo BRS Umbu, com valor de 33,35%. O manejo de cortes alterou o FDAcp dos cultivares de aveia UPF 18 e IPR 126, passando de 37,01 e 35,38 nos sem cortes para 33,79 e 31,73 para os com cortes respectivamente. Os cultivares de trigo apresentaram no geral menores valores numéricos de FDNcp e FDAcp, possivelmente por esses cultivares apresentarem maior participação de grãos no momento da ensilagem. Houve também destaque para a aveia IPR 126, quando submetida ao manejo de cortes, sendo que apresentou valor muito abaixo das demais para o FDNcp. Meinerz et al. (2015), relataram teores de 59,87 e 56,04% para FDNcp e 38,18 e 35,15% para FDAcp em aveia-branca e trigo, respectivamente, quando submetidos ao manejo de duplo-propósito, valores similares aos observados no presente trabalho.

Quanto aos teores de celulose, as diferenças foram similares as encontradas para FDAcp, já que é um componente importante desse parâmetro. Não houve diferença para os teores de celulose ( $p>0,05$ ) entre os cultivares no manejo com cortes, e no manejo submetido a cortes o menor valor foi do trigo BRS Umbu com 30,01%. Para hemicelulose o menor valor foi encontrado para aveia IPR 126 com corte, sendo que no manejo sem cortes os cultivares de aveia apresentaram as maiores porcentagens em relação ao trigo. A aveia IPR 126 apresentou diferença entre os manejos de cortes, para celulose e hemicelulose com valores de 28,58 e 20,75 para o manejo com cortes, e 32,69 e 27,53 para o manejo sem cortes, respectivamente para celulose e hemicelulose. Não houve diferença ( $p>0,05$ ) para lignina e sílica entre os cultivares e formas de manejo, com valores entre 3,45 a 4,64% para lignina, e entre 1,33 a 1,90% para sílica.

Tabela 5. Valor nutritivo de silagens de cereais de estação fria no estágio de grão pastoso, submetidas ou não à cortes.

Cultivar	Manejo da Pastagem		Média
	Com corte	Sem corte	
		<b>FDNcp</b>	
Aveia UPF18	59,48 <sup>Aa</sup>	63,52 <sup>Aa</sup>	61,50
Aveia IPR 126	50,79 <sup>Bb</sup>	62,21 <sup>Aa</sup>	56,50
Trigo BRS Tarumã	58,53 <sup>Aa</sup>	56,75 <sup>Ba</sup>	57,64
Trigo BRS Umbu	58,59 <sup>Aa</sup>	55,94 <sup>Ba</sup>	57,77
Média	56,85	59,85	
		<b>FDACP</b>	
Aveia UPF18	33,79 <sup>Ab</sup>	37,01 <sup>Aa</sup>	35,40
Aveia IPR 126	31,73 <sup>Ab</sup>	35,38 <sup>ABa</sup>	33,05
Trigo BRS Tarumã	33,76 <sup>Aa</sup>	34,26 <sup>ABa</sup>	34,01
Trigo BRS Umbu	33,26 <sup>Aa</sup>	33,35 <sup>Ba</sup>	33,30
Média	32,88	35,00	
		<b>Celulose</b>	
Aveia UPF18	31,27 <sup>Aa</sup>	34,39 <sup>Aa</sup>	32,83
Aveia IPR 126	28,58 <sup>Ab</sup>	32,69 <sup>Ab</sup>	30,63
Trigo BRS Tarumã	30,64 <sup>Aa</sup>	31,00 <sup>Ab</sup>	30,82
Trigo BRS Umbu	30,83 <sup>Aa</sup>	30,01 <sup>Ba</sup>	30,42
Média	30,33	32,02	
		<b>Hemicelulose</b>	
Aveia UPF18	26,40 <sup>Aa</sup>	27,20 <sup>Aa</sup>	26,80
Aveia IPR 126	20,75 <sup>Bb</sup>	27,53 <sup>Aa</sup>	24,14
Trigo BRS Tarumã	25,46 <sup>Aa</sup>	23,19 <sup>Ba</sup>	24,32
Trigo BRS Umbu	26,03 <sup>Aa</sup>	24,29 <sup>Ba</sup>	25,16
Média	24,66	25,55	
		<b>Lignina</b>	
Aveia UPF18	3,82	3,92	3,87
Aveia IPR 126	3,45	3,99	3,72
Trigo BRS Tarumã	4,42	4,55	4,48
Trigo BRS Umbu	3,73	4,64	4,18
Média	3,85	4,27	
		<b>Sílica</b>	
Aveia UPF18	1,50	1,77	1,64
Aveia IPR 126	1,33	1,67	1,50
Trigo BRS Tarumã	1,59	1,76	1,68
Trigo BRS Umbu	1,90	1,60	1,75
Média	1,58	1,70	
		<b>Carboidratos não-fibrosos (CNF)</b>	
Aveia UPF18	18,80 <sup>Ba</sup>	18,52 <sup>Aa</sup>	18,66
Aveia IPR 126	26,64 <sup>Aa</sup>	18,74 <sup>Ab</sup>	22,68
Trigo BRS Tarumã	19,96 <sup>Ba</sup>	21,93 <sup>Aa</sup>	20,94
Trigo BRS Umbu	20,71 <sup>Ba</sup>	23,37 <sup>Aa</sup>	22,04
Média	21,53	20,64	
		<b>NDT</b>	
Aveia UPF18	62,01 <sup>Ba</sup>	61,32 <sup>Aa</sup>	61,67
Aveia IPR 126	66,09 <sup>Aa</sup>	62,64 <sup>Ab</sup>	64,37

Trigo BRS Tarumã	62,03 <sup>Ba</sup>	62,56 <sup>Aa</sup>	62,29
Trigo BRS Umbu	63,42 <sup>Ba</sup>	62,63 <sup>Aa</sup>	63,02
Média	63,39	62,29	
<b>Extrato Etéreo</b>			
Aveia UPF18	3,24	3,24	3,24
Aveia IPR 126	3,64	3,02	3,33
Trigo BRS Tarumã	3,24	3,46	3,35
Trigo BRS Umbu	3,12	2,91	3,01
Média	3,15	3,31	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna e letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

\*Em relação ao nitrogênio total

Os teores de CNF (Tabela 5), foram superiores para a aveia IPR 126 com cortes, com valores de 26,64%, enquanto os demais cultivares não apresentaram diferenças entre eles. Mostrando que o corte foi capaz de alterar os teores de CNF da aveia IPR 126, provavelmente por alterar a porcentagem de material estrutural das plantas, principalmente de colmos. Parâmetro esse, que conferem boa qualidade às forragens conservadas, pois são compostos que favorecem o processo de fermentação, além de serem rápida e completamente digestíveis pelos ruminantes (MERTENS, 1987).

Quanto à estimativa de NDT das silagens (Tabela 5), observamos que o maior valor também foi da aveia IPR 126 submetida ao manejo de cortes, com 66,09%, devido esse cultivar apresentar o maior teor de CNF. Enquanto os demais cultivares e formas de manejo foram similares, com valores próximos a 62%. O valor obtido para aveia IPR 126 com cortes para CNF e NDT foram superiores aos relatados por Meinerz et al. (2015), ao testar aveia e trigo no sistema e duplo-propósito. Já os valores dos demais cultivares e formas de manejo foram similares aos valores encontrados pelo autor. Para o extrato etéreo (Tabela 5), não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entres os tratamentos e os manejos de cortes, e os valores ficaram entre 2,91 a 3,64%.

## Conclusões

A aveia UPF 18 foi mais produtiva, porém, a aveia IPR 126 que apresentou as melhores características nutricionais. As características fermentativas das diferentes silagens estudadas são semelhantes.

## Referências Bibliográficas

BORTOLINI, P. C. et al. Cereais de inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 45-50, jan./fev. 2004.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS- NRS, 400 p. 2004.

EMBRAPA, **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília. EMBRAPA: Rio de Janeiro. 412 p. 1999.

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

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S. **Qualidade de forragem**. In: FONTANELI, R.S. et al. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região Sul-Brasileira. Passo Fundo: Embrapa Trigo, Cap.1, p.25-31. 2009.

FONTANELI, R.S. et al. 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.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Dados Meteorológicos**. Brasília – DF, 2016. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br> >. Acesso em: setembro. 2016.

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

KUNG JUNIOR, L.; STOKES, M. R.; Silage additives. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Eds.) **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, p.251- 304, 2003

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**, Santa Maria, v.44, n.7, p.1180-1185, 2014.

LEMAIRE, G.; GASTAL F. N uptake and distribution in plant canopies. In: G. LEMAIRE (ed.) **Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops.**, Springer-Verlag, Heidelberg, p.3-44, 1997.

LEMAIRE, G.; SALETTE, J. Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. 1. Etude de l'effet du milieu. **Agronomie**, Paris, v.4, p.241-249, 1984.

McDONALD, P.J.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2nd ed. Mallow: Chalcombe Publications, p.340, 1991.

MIGLIORINI, F.; SOARES, A.B.; SARTOR, L.R. et al. Production of annual winter forage sown before and after soybean harvest under different nitrogen fertilization levels. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.10, p.1209-1216, 2010.

MEINERZ, G. R. **Avaliação de cereais de inverno de duplo propósito na depressão central do Rio Grande do Sul.** 70f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009.

MEINERZ, G.R. et al. Silagem de cereais de inverno submetidos ao manejo de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2097-2104, 2011.

MEINERZ, G. R. et al. Use of remaining biomass of cold season pastures for conserved forage production. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.5, p.1390-1398, 2015.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, 1987.

MONTEIRO, I.J.G. et al. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 347-352, 2011.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 41 p. 1961.

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

OLIVEIRA, L. B.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L. S. O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C. A. M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v39, n. 1 p.61-67. 2010.

PELLEGRINI, L.G.; MONTEIRO, A.L.G.; NEUMANN, M. et al. Produção de cordeiros em pastejo contínuo de azevém anual submetido à adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, v.40, n.6, 1399-1404, 2010.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal Science Food and Agriculture**, London, v. 17, n. 2, p. 264-268, Feb. 1966.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 235 p. 2002.

TOMICH, T.R. **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão avaliados em regime de corte**. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 88f. 2003.

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

VIÉGAS, J. **Análise do desenvolvimento foliar e ajuste de um modelo de previsão do rendimento potencial de matéria seca de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.)**. Porto Alegre, 1998. 166 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Zootecnia) - Programa de Pós- Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

WEATHERBURN, M. W. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. **Analytical Chemistry**, v. 39, n. 08, p. 971-974, 1967.

## CAPÍTULO 4 - CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO RUMINAL “IN VITRO” DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO

Álison Minozzo da Silveira<sup>1</sup>, Julio Viégas<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Aluno do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia–UFSM, RS, Bolsista CAPES. Email: alissonmsilveira@gmail.com

<sup>2</sup>Doutor, Professor Associado do Departamento de Zootecnia – UFSM, RS, Brasil

**Resumo:** A técnica de produção de gases “in vitro”, tem sido utilizada com a finalidade de estudar o efeito de alimentos e aditivos que possuem fatores bioativos na fermentação ruminal e degradabilidade da matéria orgânica. Assim, avaliou-se pela técnica de digestibilidade *in vitro* gás, silagens de diferentes cereais de inverno. Foram testados quatro tratamentos de silagens de cereais de inverno no estágio de grão pastoso: dois cultivares de aveia branca (cv. UPF 18 e IPR 126), e dois trigos (cv. BRS Tarumã e BRS Umbu), com quatro repetições em um delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. Foram avaliados os parâmetros de produção de gás, metano (CH<sub>4</sub>) e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Os cultivares de trigo obtiveram maior ( $p < 0,05$ ) produção de gás e CH<sub>4</sub> mostrando serem mais degradáveis que a aveia. A cultivar de aveia UPF 18 apresentou menor ( $p < 0,05$ ) concentração de AGCC, pois apresentou menor produção de ácido acético e propiônico. O trigo BRS Umbu também apresentou menor produção de ácido propiônico, aumentando assim a relação C<sub>2</sub>/C<sub>3</sub>. A silagem das cultivares de trigo e a aveia IPR 126 são mais digestíveis que a silagem de aveia UPF 18.

**Palavras-chave:** acetato, aveia, produção de gás, propionato, metano, trigo

### Rumen fermentation kinetics "in vitro" winter cereal silages

**Abstract:** : The technique of in vitro gas production has been used to study the effect of foods and additives that have bioactive factors on ruminal fermentation and organic matter degradability. Thus, different winter cereal silages were evaluated by *in vitro* digestibility technique gas. Four winter cereal silage treatments were tested

in dough stage: two oat types (cv UPF 18 and IPR 126), and two wheat types (BRS Tarumã and BRS Umbu); with four replications in a completely randomized design with repeated measurements. Gas production, methane (CH<sub>4</sub>) and short chain fatty acids (SCFA) were evaluated. Wheat cultivars had higher gas and CH<sub>4</sub> production (p<0.05) showing more digestibility than oats. UPF 18 oats had a lower (p<0.05) SCFA concentration due to the present lower acetic and propionic acid production. BRS Umbu wheat showed lower propionic acid production, thereby increasing C2/C3 relation. Wheat cultivars and IPR 126 oats silages are more digestible than UPF 18 oats silage.

**Keywords:** acetate, oats, gas production, propionate, methane, wheat

## Introdução

A utilização de forragens conservadas na alimentação de vacas leiteiras é prática comum, e as principais culturas utilizadas para produção de silagem são o milho e o sorgo, culturas típicas de verão, com elevados custos de produção e que competem com culturas de maior interesse econômico. Assim, há necessidade de se estudar a utilização de novas culturas para a elaboração de silagens, no sentido de reduzir os custos de produção (PINTO et al., 2007). Em sistemas de integração entre agricultura e pecuária, os cereais de inverno podem ser utilizados tanto em pastejo direto como em manejo de duplo propósito, produzindo forragem ou grãos para a alimentação humana e animal, contribuindo para a maior estabilidade da produção.

Dentre os cereais de inverno destacam-se os genótipos de aveia (*Avena sp.*) e trigo (*Triticum aestivum* L.) de duplo-propósito, com elevada produtividade (MEINERZ, 2015). São utilizados nas propriedades agropecuárias para alimentação animal na forma de forragem verde, feno ou silagem, mas também para cobertura vegetal, adubação verde e principalmente na alimentação humana e animal na forma de grãos (BORTOLINI et al., 2005).

As técnicas *in vivo*, *in situ* e *in vitro* de avaliação dos alimentos são ferramentas valiosas para estimar o valor nutritivo dos alimentos. A estimativa *in vivo* do valor nutritivo dos alimentos é limitada pela necessidade de ter um número representativo de animais homogêneos para serem mantidos durante um período de adaptação e de amostragem, aumentando os custos de avaliação em grande escala.

Por tal razão, têm-se desenvolvido técnicas *in vitro*, as quais são menos onerosas e facilitam o controle das condições experimentais. A técnica *in vitro*

semi-automática de produção de gases apresenta comprovado potencial em descrever a cinética da fermentação ruminal, bem como medir produtos da fermentação de partes solúveis e insolúveis dos substratos (BUENO et al., 2008).

As produções direta e indireta de gases estão diretamente relacionadas à produção de AGVs. Experimentos de Blümmel e Ørskov (1993), Getachew et al. (1998) e Getachew et al. (2000) relacionam correlação acentuada entre a produção de AGV's e o volume dos gases produzido *in vitro*. Com isso o objetivo deste estudo foi avaliar a cinética de fermentação ruminal das silagens de cereais de inverno, por meio da técnica *in vitro* de produção de gases.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido de março de 2013 a maio de 2014 no Núcleo de Pesquisa em Cadeia Leiteira (NUPECLE), do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, no município de Santa Maria, RS, situado na região fisiográfica denominada Depressão Central, tendo como coordenadas, 29° e 43' de Latitude Sul e 53° e 42' de Longitude Oeste.

Foi utilizada a técnica de produção de gás "*in vitro*", onde foram testados quatro tratamentos, sendo constituídos por silagens no estágio de grão pastoso de dois tipos de aveia branca (cv. UPF 18 e IPR 126), e dois trigos (cv. BRS Tarumã e BRS Umbu).

A técnica "*in vitro*" de produção de gás (THEODOROU et al., 1994) foi adaptada ao sistema semiautomático (MAURÍCIO et al., 1999) usando transdutor de pressão (Pressure Press Data 800, LANA, CENA/USP, Piracicaba-SP), para estimar a digestibilidade, a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), e o metano (CH<sub>4</sub>).

As silagens foram confeccionadas em micro-silos e após 60 dias foram abertas, e as amostras coletadas e pré-secas em estufa (55-60°C/72h) sob ar forçado, moídas em peneira de 1 mm tipo Willey. As amostras pesando 0,5g, foram alocadas dentro de frascos de fermentação com capacidade de 100 mL de volume, onde foram adicionados 40 mL de meio de cultura (tampão), conforme descrito por Theodorou et al. (1994). Os frascos foram vedados com rolhas (14 mm) de borracha e selados com anilhas de alumínio.

O líquido ruminal foi obtido de três bovinos fistulados alimentados com a mesma dieta experimental à base de volumoso de cereais de inverno. O material foi coletado conforme a técnica “*in vitro*” de produção de gás (MAURÍCIO et al., 1999), e filtrado por duas camadas de gazes de algodão sob injeção contínua de CO<sub>2</sub> e mantido em banho-maria a 39°C. Volumes de 10 ml do líquido ruminal filtrado foram injetados nos frascos dos respectivos tratamentos supracitados. Frascos contendo líquido ruminal e meio de cultura (tampão) foram usados como brancos, para descontar a produção de gás vinda do líquido ruminal. Após a inoculação do líquido ruminal, os frascos foram colocados em banho-maria à 39°C com agitação constante por 48 horas.

A pressão das garrafas foi mensurada às 0, 6, 12, 24 e 48h de incubação, utilizando-se transdutor de pressão com concomitante colheita de gás para determinação da concentração de metano. Após cada colheita, a pressão interna foi aliviada, e para interpretação das leituras de pressão (psi = pressão por polegada quadrada) foi utilizada a seguinte equação  $V = 4,9515p + 0,656$ , onde, V = volume de gás (mL); p = pressão mensurada (psi). Essa equação permite a conversão das medidas realizadas em psi pelo transdutor de pressão para

milímetros de gás. A produção total de gás foi considerada como a soma das produções parciais de cada leitura.

Para dosagem de metano, com o uso de uma torneira de três vias acoplada ao sistema coletava-se uma amostra de 2,5 mL do gás produzido através de uma seringa que era armazenado em tubos a vácuo do tipo “extainer” com tampa de borracha com dupla camada de silicone, e enviados para análise no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental, do Departamento de Solos da UFRGS. A concentração de CH<sub>4</sub> nas amostras de ar foi analisada por cromatografia gasosa (GC-2014 mod. “Greenhouse”) em detector FID operando a 250 °C a partir da autoamostragem de 1 mL e utilizando N<sub>2</sub> como gás de arraste (MOTERLE et al., 2013).

Para calcular a quantidade de metano produzido, foi utilizada a equação " $CH_4 = (GP + HS) \times Conc$ "; em que CH<sub>4</sub> é o volume (mL) de metano, GP é o volume (mL) de gás produzido no final de cada período de incubação, HS é o volume (mL) do “headspace” da garrafa e Conc é a concentração de metano no gás da amostra analisada (TAVENDALE et al., 2005).

Para análise da relação de produção de AGCC, amostras de 1mL do líquido de fermentação dos frascos foram coletadas com seringa de 1mL e agulha nos mesmos tempos das coletas de metano, essas amostras foram armazenadas em tubos eppendorfs, congeladas e enviadas em caixa isotérmica para o Laboratório LANA-UNESP, Câmpus de Jaboticabal/SP, Brasil. No laboratório para a determinação das concentrações dos AGCC, as amostras foram centrifugadas a 30.000 rpm por 30 minutos a 10°C. Após ao sobrenadante de 0,5mL foi adicionado 0,1 mL de ácido fórmico, para análise em Cromatógrafo gasoso (SHIMADZU, modelo GC-2014), equipado com detector de ionização de chama (DIC), utilizando coluna capilar HP-INNOWax 19091N-213 (30m, 0.32mm, 0.5um). A temperatura do

injetor foi de 200°C e do detector de 250°C. A injeção foi no modo “split”, com relação 1:30, utilizando o nitrogênio como gás de arraste. A curva de calibração externa foi feita com padrões cromatográficos (Chem Service, West Chester, PA, EUA) de ácido acético (99,5%; CAS 64-19-97), propiônico (99%; CAS 79-09-4), isobutírico (99%; CAS 79-31-2), butírico (98,7%; CAS 107-92-6), isovalérico (99%; CAS 503-74-2) e valérico (99%; CAS 109-52-4).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos, quatro repetições (frascos) e medidas repetidas no tempo. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste F, pelo PROC MIXED, e quando o teste F foi significativo a 5%, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, através do pacote estatístico SAS.

### **Resultados e Discussão**

Houve menor ( $p < 0,05$ ) produção de gases acumulada em 48 horas na silagem de Aveia UPF 18, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 1). Houve interação entre tratamento e períodos (Figura 1). Na comparação das produções de gases entre os períodos de incubação (Figura 1), pode-se notar que nos tempos seis e 12 horas a produção foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) para a silagem das cultivares de trigo em relação aos de aveia, e que com 24 horas de incubação a produção de gás da silagem de aveia IPR 126 se aproximou das silagens das cultivares de trigo, não apresentando diferença estatística dessa silagem em relação aos demais tratamentos. Com 48 horas de incubação a produção foi menor ( $p < 0,05$ ) para a silagem de aveia UPF 18. Os valores totais de produção de gases foram de 38,18; 43,20; 45,10 e 43,84 ml/0,5g de MS respectivamente para as silagens de aveia UPF 18, aveia IPR 126, trigo BRS Tarumã e trigo BRS Umbu,

demonstrando que a aveia UPF 18 foi menos degradada que as demais. Os resultados de degradabilidade da matéria seca encontrados foram inferiores aos encontrados por Silva et al. (2014) para diferentes silagens de cultivares de sorgo com média de 59,00 ml/0,5g de MS e por Pôssas et al. (2015), para silagem de três híbridos de milho com média de 81,00 ml/0,5g de MS, mostrando que apesar das silagens dos cereais de inverno possuírem boa qualidade, o milho e o sorgo apresentam resultados superiores, devido provavelmente por apresentarem maior quantidade de carboidratos-não-fibrosos.

Tabela 1. Efeito da silagem de diferentes cultivares de trigo(cv. BRS Tarumã e BRS Umbu) e aveia branca(cv. UPF 18 e IPR 126) sobre a produção de gás, metano(CH<sub>4</sub>) e ácidos graxos de cadeia curta(AGCC) “*in vitro*”.

Item	Tratamentos <sup>1</sup>				Significância do P	CV %
	Aveia UPF18	Aveia IPR 126	Trigo BRS Tarumã	Trigo BRS Umbu		
Gás,ml/0,5g(48hrs)	38,17 <sup>b</sup>	43,20 <sup>a</sup>	45,10 <sup>a</sup>	43,84 <sup>a</sup>	0,0101	6,16
CH <sub>4</sub> , ml (48 hrs)	11,64 <sup>b</sup>	11,82 <sup>b</sup>	13,83 <sup>a</sup>	13,90 <sup>a</sup>	0,0005	5,45
Total, mM AGCC(48hrs)	82,18 <sup>b</sup>	85,12 <sup>ab</sup>	86,48 <sup>a</sup>	85,66 <sup>a</sup>	0,0065	1,69
Acético, mM	54,06 <sup>b</sup>	55,92 <sup>a</sup>	55,69 <sup>ab</sup>	55,80 <sup>ab</sup>	0,0317	1,55
Propiônico, mM	17,72 <sup>bc</sup>	19,19 <sup>a</sup>	18,45 <sup>ab</sup>	17,22 <sup>c</sup>	0,0002	2,45
Isobutírico, mM	0,71 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>	0,80 <sup>a</sup>	0,79 <sup>a</sup>	0,0251	5,76
Butírico, mM	9,11 <sup>ab</sup>	8,75 <sup>b</sup>	10,00 <sup>a</sup>	10,22 <sup>a</sup>	0,0061	5,67
Isovalérico, mM	1,27 <sup>b</sup>	1,25 <sup>b</sup>	1,52 <sup>a</sup>	1,58 <sup>a</sup>	0,0014	7,61
Valérico, mM	0,81 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>	1,04 <sup>a</sup>	1,05 <sup>a</sup>	0,0011	8,60

C2/C3                      3,05<sup>b</sup>    2,91<sup>b</sup>            3,01<sup>b</sup>            3,24<sup>a</sup>            0,0004            2,46

C2/C3: relação ácido acético/propiónico

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ), de acordo com o teste Tukey.

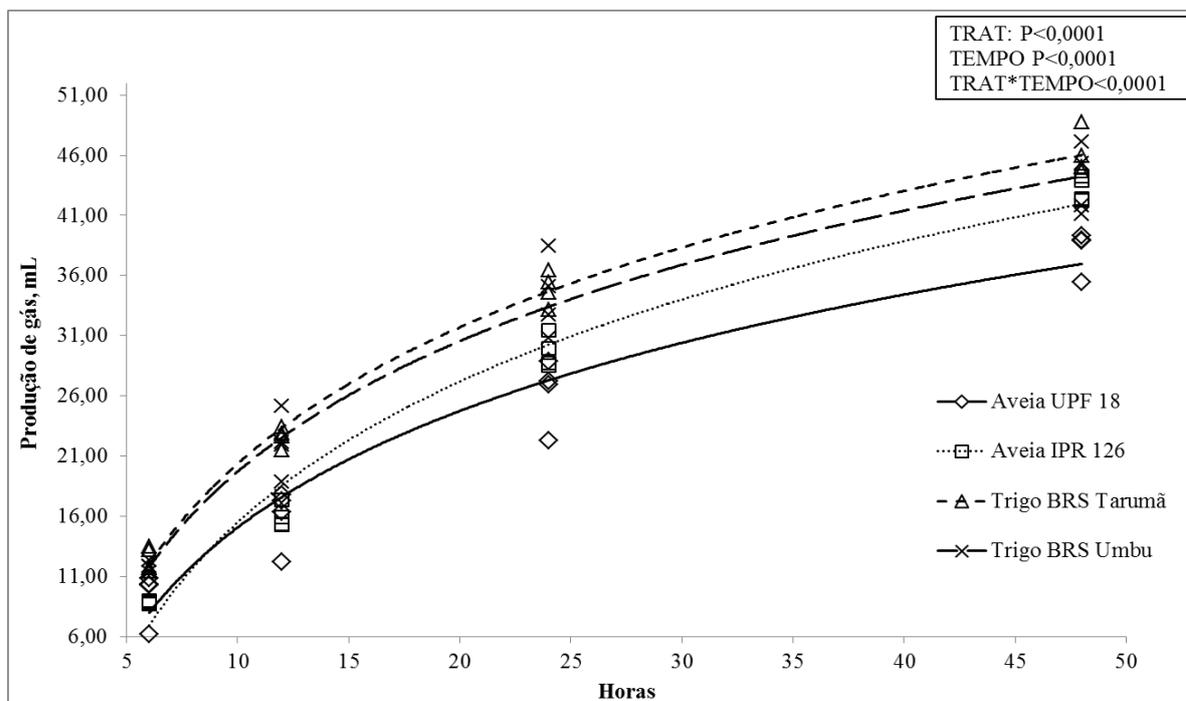


Figura 1 - Valores acumulados de produção de gás (mL) observados para silagem de diferentes cultivares de trigo (cv. BRS Tarumã e BRS Umbu) e aveia branca (cv. UPF 18 e IPR 126) em 48 horas de fermentação *in vitro* gás. TRAT=efeito do tratamento; TEMPO=efeito do tempo de incubação; TRAT\*TEMPO= efeito da interação entre tratamento e tempo de incubação.

Em relação à produção de metano, os tratamentos de silagens de aveia tiveram menor produção em relação às de trigo. Mesmo com a produção de gás significativamente igual aos dos cultivares de trigo, a produção de metano da aveia IPR 126 foi menor. De acordo com Tomich (2003), partindo do princípio de que os gases produzidos refletem a degradação da amostra testada, assim, forrageiras mais fermentáveis ou digestíveis seriam aquelas com altas taxas de produção de gases, resultando numa maior fermentação do material em menor tempo de

incubação. Assim podemos observar que as cultivares de trigo e a aveia IPR 126 foram mais digestíveis que a aveia UPF 18, produzindo maior volume final de gases. O que pode ser explicado pelos valores de FDAcp que foram de 37,01 para UPF 18, enquanto o Trigo Umbu e Tarumã e a aveia IPR 126 foram de 33,35, 34,26 e 35,38 respectivamente.

A principal fonte de energia para os ruminantes são os ácidos graxos voláteis (AGV) ou ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) produzidos no rúmen pela fermentação microbiana de carboidratos e, em alguns casos, da proteína, sendo o acético, propiônico e butírico os principais (BERCHIELLI et al., 2006). Quanto a estequiometria dos AGCC pela fermentação “in vitro” das silagens, podemos notar que houve diminuição da produção total na aveia UPF 18, que foi de 82,18%, enquanto os demais tratamentos variam em torno de 85%. Devido provavelmente a UPF 18 apresentar menor produção de ácido acético e propiônico em relação aos demais tratamentos. A concentração de ácido acético foi da ordem de 54% para aveia UPF 18 enquanto os demais giraram em torno de 56%. Já o ácido propiônico foi menor para a aveia UPF 18 e trigo BRS Umbu em relação aos demais tratamentos. Quanto ao ácido butírico observamos que a produção foi menor para a aveia IPR 126 em relação aos demais tratamentos, já os isoácidos (Isobutírico, Isovalérico e Valérico) foi semelhante entre as diferentes cultivares de cereais de inverno.

A relação acetato/propionato (C2/C3) foi maior para o trigo BRS Umbu, devido ao fato deste cultivar apresentar uma menor produção de propionato, alterando a relação C2/C3 entre os tratamentos. A população microbiana do rúmen geralmente converte os carboidratos fermentados em 54 a 74% de ácido acético, 16 a 27% de ácido propiônico e 9 a 16% de ácido butírico (TEIXEIRA & TEIXEIRA,

2001; BERCHIELLI et al., 2006), valores semelhantes aos encontrados durante a fermentação dos cereais de inverno que tiveram médias de produção em torno de 55% para ácido acético, 18% para ácido propiônico e 10% para ácido butírico.

Goularte et al. (2011), em estudo com diferentes níveis de concentrado na dieta à base de silagem de milho “in vivo” observou médias para os ácidos acético e propiônico foram de 57,7% e 23,7%, respectivamente. Valores próximos aos do presente trabalho para ácido acético, mas com valores superiores para o ácido propiônico. Apesar disso, consideramos com o observado que as silagens de cereais de inverno são capazes de suprir a demanda dos animais, e atingir bons índices de produtividade animal.

### **Conclusões**

A silagem das cultivares de trigo e a aveia IPR 126 são mais digestíveis que a silagem de aveia UPF 18. Silagens de trigo produzem menor quantidade de metano.

### **Referências Bibliográficas**

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, v.2, 583p. 2006.

BLÜMMEL, M.; ØRSKOV, E. R. Comparison of gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. **Anim. Feed Sci. Techn.**, v. 40, p.109-119, 1993.

BORTOLINI, P. C.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F. Produção de Forragem e de Grãos de Aveia branca sob Pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2192- 2199, nov./dez. (Suplemento). 2005.

BUENO, I.C.S.; VITTI, D.M.S.S.; LOUVANDINI, H. A new approach for in vitro bioassay to measure tannin biological effects based on a gas production technique. **Animal Feed Science and Technology**, v.41, p.153-170, 2008.

GETACHEW, G. et al. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. **Anim.. Feed Sci. Tech.**, n. 72, p.261-281, 1998.

GETACHEW, G. et al. Stoichiometric relationship between short chain fatty acid and in vitro gas production in presence and absence of polyethylene glycol for tannin containing browses. In Gas Production: Fermentation Kinetics for feed evaluation and to asses microbial activity. **Br. Soc. Anim. Sci.**, p.46-47, 2000.

GOULARTE, S.R., ÍTAVO, L.C.V., SANTOS, G.T., ÍTAVO, C.C.B.F., OLIVEIRA, L.C.S., FAVARO, S.P., DIAS, A.M., TORRES JUNIOR, R.A.A., & BITTAR, C.M.M... Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63(6), p.1479-1486, 2011.

MAURICIO, R. M et al. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 79, n.4, p. 321-330, 1999.

MEINERZ, G. R. et al. Use of remaining biomass of cold season pastures for conserved forage production. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.5, p.1390-1398, 2015.

MOTERLE, D. F. et al . Methane efflux in rice paddy field under different irrigation managements. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa** , v. 37, n. 2, 2013

PINTO, A. P.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A. Avaliação da silagem de bagaço de laranja e silagem de milho em diferentes períodos de armazenamento. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 29, n. 4, p.371-377, out./set. 2007.

PÔSSAS, F.P. et al. Cinética de fermentação ruminal das silagens de três híbridos de milho comerciais em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.1, p.159-165, 2015

SILVA, T. C. et al. Cinética de fermentação ruminal in vitro de silagens de híbridos de sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.66, n.6, p.1865-1873, 2014.

TAVENDALE M.H.; MEAHGER L.P.; PACHECO D.; WALKER N.; ATTWOOD G.G.; SIVAKUMARAN S. Methane production from in vitro rumen incubations with Lotus pedunculatus and Medicago sativa, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. **Animal Feed Science and Technology**, v.123, p.403-419, 2005.

TEIXEIRA, J.C.; TEIXEIRA, L.F.A.C. Princípios de nutrição de bovinos leiteiros. Lavras: UFLA/FAEP, (Textos acadêmicos), p245, 2001.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; McALLAN, A. B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetic of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 48, n. 2, p. 185-197, 1994.

TOMICH, T.R. **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão avaliados em regime de corte**. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 88f. 2003.

## CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O rendimento de forragem dos cereais de inverno foi satisfatório, independente de ter sido realizado ou não cortes nas pastagens, apesar da adubação nitrogenada não ter suprido a máxima demanda destes cultivares. As características nutricionais e fermentativas estudadas nas diferentes silagens são semelhantes, com a obtenção de silagens de elevada qualidade. Através da digestibilidade “in vitro” observamos que apesar das silagens apresentarem comportamento distintos quanto a produção de gases, suas características quanto a produção de ácidos graxos voláteis foram satisfatórias, sendo capazes de suprir a demanda dos animais, e atingir bons índices de produtividade animal.

Assim sendo, os cereais de estação fria avaliados, tanto no manejo normal, como no duplo-propósito de utilização, apresentaram características que reafirmam o seu potencial, e podem ser utilizados com algumas peculiaridades para a conservação através da ensilagem. Esperamos que essas contribuições possam ser utilizadas como novas maneiras de utilizarmos as forrageiras de estação fria, contribuindo assim para aumento da produtividade e da rentabilidade dos sistemas agropecuários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTMEYER, T.N. **Produtividade de trigo duplo-propósito submetido a pastejo na região dos Campos Gerais – Paraná**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 70 f. 2006.
- BERGES, R. **Trigos INIA para la proxima siembra**. Montevideo: INIA, (Boletim técnico INIA, 2). p. 14-19. 2005.
- BORTOLINI, P. C.; et al. Cereais de inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 45-50, jan./fev. 2004.
- BORTOLINI, P. C.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F. Produção de Forragem e de Grãos de Aveia Branca sob Pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2192-2199, nov./dez. 2005.(Suplemento).
- BRISKE, D. D.; RICHARDS, J. H. Plant responses to defoliation: a physiologic, morphologic and demographic evaluation. In: BEDUNAH, D.J.; SOSEBEE, R.E. (Eds.) **Wildland plants: physiological ecology and developmental morphology**. Denver: Range Science Society, 1995. p. 635-710, 1995.
- BRUCKNER, P. L.; HANNA, W. W. In vitro digestibility of fresh leaves and stems of smallgrain species and genotypes. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 1, p. 196-202, Jan./ Feb. 1990.
- BUENO, I. C. S.; CABRAL FILHO, S. L. S.; GOBBOA S. P.; LOUVANDINI H.; VITTI D. M. S. S.; ABDALLA A. L. Influence of inoculum source in a gás production method. **Animal Feed Science and Technology**, v. 123–124, p. 95–105, 2005.
- BUENO, I. C. S.; VITTI, D. M. S. S.; LOUVANDINI, H. et al. A new approach for in vitro bioassay to measure tannin biological effects based on a gas production technique. **Animal Feed Science and Technology**, v. 41, p. 153-170, 2008.
- CASSOL, Luís César; PIVA, Jonatas Thiago; SOARES, André Brugnara. et al. Produtividade e composição estrutural de aveia e azevém submetidos a épocas de corte e adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, v.58, n.4, 2011.
- COAN, R. M.; et al. Composição bromatológica das silagens de forrageiras de inverno submetidas ou não ao emurchecimento e ao uso de aditivos. **ARS Veterinaria**, Jaboticabal, v. 17, n. 1, p. 58-63, 2001.
- DEL DUCA, L. de J. A.; FONTANELI, R. S. Utilização de cereais de inverno em duplo propósito (forragem e grão) no contexto do sistema plantio direto. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, p. 177-180. 1995.

DEL DUCA, L. de J. A.; MOLIN, R.; SANDINI, I. **Experimentação de genótipos de trigo para duplo propósito na Paraná, em 1999**. Passo Fundo: Embrapa Trigo,. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 6). 18 p. 2000.

EPPLIN, F. M.; HOSSAIN, I.; KRENZER, E. G. J. Winter wheat fall-winter forage yield and grain yield response to planting date in a dual purpose system. **Agriculture Systems**, Essex, v. 63, n. 3, p. 161-173, Mar. 2000.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 360p., 2000.

FONTANELI, R. S. et al. Avaliação de cereais de inverno para duplo propósito. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 43-50, jan. 1996.

FONTANELI, R. S. et al. Estabelecimento e manejo de cereais de inverno de duplo propósito. In: SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. (Eds.) **Cereais de inverno de duplo propósito para a integração lavoura-pecuária no sul do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p.15-35. 2006.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; MINELLA, E. Cereais de inverno de duplo propósito na alimentação animal: precocidade, rendimento de silagem e grãos e valor nutritivo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA, **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 309-317. 2007

GARCIA, R. et al. Forrageiras utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L; SILVA, A. A. da; AGNES, E. L. (eds.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa-MG: UFV, p. 331- 352, 2004.

GETACHEW, G.; ROBINSON, P. H.; DEPETERS, E. J.; TAYLOR, S. J. Relationship between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 111, n. 1-4, p. 57-71, 2004.

GREENWOOD. D.J. et al. Growth rate %N of field grown crops: theory and experiments. **Annals of Botany**, London, v.67, p.181-190, 1991.

HENRIQUE, M. Vuelve el trigo doble propósito? E.E.A. INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária – Bordenave. Centro Regional Buenos Aires Norte – **Revista Forrajes & Granos**, 50, p. 26-28, 2006.

HERLING, V. R. et al. Composição bromatológica de 17 cultivares de aveia (*Avena sp*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: 2001.

HERNANDEZ, J.J.; BOLAGÑOS AGUILAR, E.D. Las curvas de diluición de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. **Universidad y Ciencia**, v.23, n.1, p.81-90, 2007.

KRISHNAMOORTHY, U.; RYMER, C.; ROBINSON, P. H. The in vitro gas production technique: limitations and opportunities. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 123-124, n. 1, p. 1-7, 2005.

LEMAIRE, G.; SALETTE, J. Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. 1. Etude de l'effet du milieu. **Agronomie**, Paris, v.4, p.241-249, 1984.

LEMAIRE G; MEYNARD J.M. Use of the Nitrogen Nutrition Index for analysis of the agronomical data. In: LEMAIRES G. (ed), **Diagnosis on the nitrogen status in crops**. Heidelberg, Springer-Verlag, p.45-55, 1997.

LOPEZ, S.E., MÜHLBACH, P.R.F. Efeito de diferentes tratamentos na composição químico-bromatológica da aveia-branca (*Avena sativa L.*) conservada nas formas de silagem ou feno. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 20, n. 4, p. 333-341, 1991.

LUPATINI, G.C.; RESTLE, J.; CERETTA, M. et al. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.11, p.1939-43, 1998.

MAKKAR, H. P. S. Recent advances in vitro gas method for evaluation of nutritional quality of feed resources. In: FAO. **FAO animal production and health 160: assessing quality and safety of animal feeds**. Rome, 2004.

MAURICIO, R. M et al. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 79, n. 4, p. 321-330, 1999.

McDONALD, P.J.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2nd ed. Mallow: Chalcombe Publications, p. 340 1991...

MEINERZ, G. R. **Avaliação de cereais de inverno de duplo propósito na depressão central do Rio Grande do Sul**. 70f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009.

MEINERZ, G.R. et al. Silagem de cereais de inverno submetidos ao manejo de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2097-2104, 2011.

MELLO, L. M. M. et al. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de Forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 121-129, jan./ mar. 2004.

MORAES, A.; MARASCHIN, G. E.; NABINGER, C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 1., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 147-200. 1995.

MORAES, A. et al. Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil, Pato Branco, PR. **Anais**. p.3-42. 2002.

MORAES, A. et al. Avanços científicos em integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In.: III ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL. **Anais...** Pato Branco: UTFPR, 2011.

MOREIRA, A. L. et al. Avaliação de cinco cultivares de *Avena spp.* para a produção de forragem em Jaboticabal, SP. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: 2001.

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

PHILLIPS, W. A. et al. Annual cool-season grasses. In: MOSER L. E.; BUXTON, D. R. ; CASLER, M. D. (eds.) **Cool-season forage grasses**. Madison: ASA, CSSA, and SSSA, p. 781-802.1996.

PINTO, A. P.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A. Avaliação da silagem de bagaço de laranja e silagem de milho em diferentes períodos de armazenamento. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 371-377, out./set. 2007.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: **International Plant Nutrition Institute**, 420 p., 2011.

REBUFFO, M. Estratégias y métodos de mejoramiento para maximizar la eficiencia en el uso de avena para forraje y doble propósito. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA 21., 2001, Lages. **Anais...** Lages : UDESC, p. 28-29. 2001.

REDMON, L. A. et al. A review of livestock grazing and wheat grain yield: boom or bust? **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 2, p. 137-147, mar./apr. 1995.

RYMER, C.; HUNTINGTON, J. A.; WILLIAMS, B. A.; GIVENS, D. I. In vitro cumulative gas production techniques: History, methodological considerations and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 123-124, n. 1, p. 9-30, 2005.

ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JR, G.C.; MOSER, L.E.; MERTENS, D.R. et al. (Ed.). **National conference on forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: University of Nebraska, p.828-868. 1994.

SÁ, J. P. G. Utilização da aveia na alimentação animal. Londrina: **IAPAR**, 20 p. (Circular, 87). 1995.

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

SCHEFFER-BASSO, S. M.; AGRANIONIK, H.; FONTANELI, R. S. Acúmulo de biomassa e composição bromatológica de milhetos das cultivares comum e africano. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 483-486, out./dez. 2004.

SILVA, H. A. **Análise de viabilidade da produção de leite a pasto e com suplementos em áreas de integração lavoura - pecuária na região dos Campos Gerais**. Curitiba, 2005. 78f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; McALLAN, A. B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetic of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 48, n. 2, p. 185-197, 1994

WENDT, W.; CAETANO, V. R.; GARCIA, C. A. N. Manejo na cultura do trigo com finalidade de duplo propósito-forragem e grãos. **Comunicado Técnico**. Embrapa Clima Temperado. Pelotas. 2006.

WILKINS, J. Pressure transducer method for measuring gas production by microorganisms. **Applied Microbiology**. Washington, v. 27, n. 1, p. 135–140, 1974.