

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

SILVONEI TIAGO RICACHESKI

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E PRODUTIVA DA AVEIA BRANCA (*AVENA SATIVA L.*) IPR126 SOB DIFERENTES PERÍODOS DE DESCANSO

DISSERTAÇÃO

DOIS VIZINHOS
2014

SILVONEI TIAGO RICACHESKI

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E PRODUTIVA DA AVEIA BRANCA (*AVENA SATIVA L.*) IPR126 SOB DIFERENTES PERÍODOS DE DESCANSO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia – Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: DSc. Douglas Sampaio Henrique

R487a Ricacheski, Silvonei Tiago

Avaliação nutricional e produtiva da aveia branca (*Avena Sativa L.*) IPR126 sob diferentes períodos de descanso. – Dois Vizinhos: [s.n], 2014.
56 f.;il.

Orientador: Douglas Sampaio Henrique.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de pós-graduação em Zootecnia. Dois Vizinhos, 2014.

Inclui bibliografia



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
 Câmpus Dois Vizinhos
 Gerência de Ensino e Pesquisa
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



TERMO DE APROVAÇÃO

Titulo da Dissertação

**Avaliação nutricional e produtiva da aveia branca (*Avena sativa L.*)
 IPR 126 sob diferentes períodos de descanso**

por

Silvonei Tiago Ricacheski

Dissertação apresentada às horas e minutos do dia de de dois mil e catorze, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA. Linha de Pesquisa – Produção Animal, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de concentração: Nutrição de Ruminantes), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O candidato foi argüido, pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho.....

Banca examinadora:

 Prof. DSc. Ricardo Augusto Mendonça Vieira
 (UENF/LZNA)

 Prof^a. DSc. Magali Floriano da Silveira
 (UTFPR)

 Prof. DSc. Douglas Sampaio Henrique
 (UTFPR) – Orientador

Visto da Coordenação. _____.

Prof. DSc. Ricardo Yuji Sado
 UTFPR

RESUMO

RICAHESKI, Silvonei Tiago. Avaliação Nutricional e Produtiva da Aveia Branca (*Avena sativa L.*) IPR 126 sob diferentes períodos de descanso. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Dois Vizinhos, 2014.

O objetivo do presente trabalho foi determinar qual o melhor manejo de corte a ser empregado na produção de aveia branca (*Avena sativa L.*) cultivar IPR 126 com o intuito de produzir forragem de qualidade para ruminantes, nas condições climáticas da região Sudoeste do Paraná. Foram utilizados quatro períodos de descanso (14, 21, 28, 35 dias) distribuídos em blocos casualizados com quatro repetições para cada tratamento, sendo avaliado: a produção de matéria seca a cada corte, e os teores de proteína bruta (PB), Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (FDN), Fibra Insolúvel em Detergente Ácido (FDA), Lignina, Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Extrato Etéreo (EE) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca com mensuração da produção de gás. O perfil de produção de gás foi ajustado ao modelo logístico bicompartimental de Schofield. Os resultados das análises bromatológicas e os parâmetros das curvas de produção de gás ajustadas foram analisados como medidas repetidas (cada tratamento foi analisado mais de uma vez ao longo do tempo) por meio do PROC MIXED do SAS (versão 9.0) e a máxima verossimilhança restrita (REML) como o método de estimativa dos parâmetros. Foram testadas quatro estruturas de variância e covariância: VC: (componentes de variância); CS: (simetria composta); AR (1): (auto regressiva de primeira ordem) e UN: (não estruturada). A estrutura da matriz R foi escolhida considerando o menor valor do Critério de Informação de Akaike Corregido (AICC). Foi executada a análise de regressão apenas para as variáveis: MS, PB, EE, FDN, MM e para o parâmetro k_2 do modelo bicompartimental. Os teores de MS e FDN aumentaram linearmente em função dos dias de rebrota da aveia, a PB, e os valores estimados para k_2 sofreram efeito linear negativo dos dias de descanso, a concentração de gordura (EE) variou de forma cúbica, a FDA, a lignina e os demais parâmetros do modelo de Schofield não sofreram efeito significativo dos intervalos de corte.

Palavras-chave: Digestibilidade *in vitro*. Modelo bicompartimental. Parâmetros de Degradação. Qualidade bromatológica.

ABSTRACT

RICACHESKI, Silvonei Tiago. Nutritional and productive evaluation of White oat (*Avena sativa* L.) IPR 126 under different age of harvest. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Dois Vizinhos, 2014.

The present study aiming to determine the best management to production of oat (*Avena sativa* L.) IPR 126 in order to produce quality forage for ruminants in the southwest region of Parana. Four periods between harvests were used: 14, 21, 28 and 35 days, distributed in randomized blocks with four replicates for each treatment. The variables evaluated were: the dry matter production of each harvest period, and the concentration of Neutral Detergent Insoluble Fiber (NDF), Acid Detergent Insoluble Fiber (ADF), lignin, dry matter (DM), ash, ether extract (EE) and *in vitro* digestibility of dry matter obtained by measurement of gas production. The profile of gas production was adjusted to the logistic bi-compartmental mathematical model of Schofield. The variables and the parameters of the adjusted gas production curves were analyzed as repeated measurements (each treatment was evaluated more than once over time) through the PROC MIXED of SAS (version 9.0) and the restricted maximum likelihood (REML) as the method of estimation of parameters. Four structures of variance and covariance were tested: VC: (variance components); CS: (compound symmetry); AR (1): (auto regressive of first order) and UN: (unstructured). The structure of the R matrix was chosen considering the lowest value of the corrected Akaike information criterion (AICC). Regression analysis was performed for the variables: DM, CP, EE, NDF, ash, and for the parameter k_2 of the bi-compartmental model. DM and NDF concentrations increased linearly, CP and the estimations of the parameter k_2 reduced linearly and the EE concentration showed a cubic behavior in function of the age of harvest. FDA, lignin and other parameters of the Schofield model were not influenced by the age o harvest.

Keywords: *In Vitro* digestibility. Model bicompartmental. Parameters of degradation. Chemical quality.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 8 |
| 2. OBJETIVOS..... | 10 |
| 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 10 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA..... | 11 |
| 3.1 AVEIA..... | 12 |
| 3.2 IMPORTÂNCIA DA CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO EM ALIMENTOS..... | 14 |
| 3.2.1 Método <i>in vitro</i> com produção de gás | 18 |
| 3.3 INFLUÊNCIA DO MANEJO DE CORTE NA PASTAGEM SOB A DIGESTIBILIDADE..... | 19 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 23 |
| 4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO | 23 |
| 4.2 EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO | 23 |
| 4.3 COLETA DAS AMOSTRAS..... | 24 |
| 4.4 ANÁLISE DE PRODUÇÃO | 24 |
| 4.5 MODELO ESTATÍSTICO | 24 |
| 4.6 ANÁLISES BROMATOLÓGICAS..... | 25 |
| 4.7 DIGESTIBILIDADE IN VITRO DA MATÉRIA SECA | 25 |
| 4.7.1 Preparação do meio (para 20 incubações) | 26 |
| 4.7.2 Equipamento mensurador de gás | 28 |
| 5. RESULTADOS | 32 |
| 6. DISCUSSÕES..... | 38 |
| 7. CONCLUSÃO..... | 44 |
| 8. REFERÊNCIAS..... | 45 |
| 9. Anexos..... | 58 |

1. INTRODUÇÃO

O uso de forrageiras é indispensável para a alimentação de ruminantes, pois fornece energia e fibra a baixos custos, que são fundamentais para a função ruminal, consumo de matéria seca, produção e composição do leite ou carne (CARVALHO, et al., 2006).

A pecuária brasileira tem como base alimentar as forragens formadas por diversas espécies de gramíneas, tanto C₃ como C₄ (OLIVEIRA, 2010). A utilização dessas forragens na alimentação dos bovinos, além de ter como principal objetivo a produção de leite e carne, destaca-se por ser de baixo custo. Mas isso depende de um bom manejo da cultura, da utilização eficiente dos fertilizantes, da correção do solo para manter todos os nutrientes disponíveis à planta, e principalmente da eficiência do animal em transformar produto de origem vegetal (pasto) em produto de origem animal (carne e leite).

Para obtermos a máxima produção de determinada espécie forrageira é fundamental que tenhamos o conhecimento do estágio fisiológico de tal espécie explorando ao máximo sua fase vegetativa de forma a conciliar a produção de matéria seca por área com sua qualidade, a fim de que atinjamos um ponto ideal em que com a junção das duas variáveis da pastagem propiciem uma produção animal superior.

A região Sul, uma região subtropical com as quatro estações do ano bem definidas, caracteriza-se pelo elevado número de espécies forrageiras com grande potencial de utilização na alimentação de ruminantes. Nas estações da primavera e do verão, onde há maior incidência de chuvas, temperatura elevada e alta luminosidade, há alta produtividade de forragem, o que não ocorre no outono e inverno (CÓRDOVA, 2004). Desta forma, tem-se a necessidade de produzir forragens complementares nos períodos de escassez (outono/inverno), através do cultivo de espécies anuais de inverno (BONA FILHO et al., 2002; BORTOLINI et al., 2005; MISTURA et al., 2006).

A semeadura de forrageiras hibernais como a aveia pode diminuir a estacionalidade de forragem disponível aos animais (MEINERZ et al., 2011). Entretanto, é preciso definir qual o melhor manejo dessas forrageiras na região em

que estão sendo utilizadas. Pois, os índices pluviométricos e a temperatura, assim como outros fatores climáticos, irão interferir no padrão de crescimento da planta e conseqüentemente em sua qualidade nutricional e produtividade.

A aveia (*Avena* spp.) é uma gramínea anual de inverno que contém um grande número de espécies, sendo as mais comuns à aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) de uso forrageiro, a aveia-branca (*Avena sativa* L.) podendo ser granífera e/ou forrageira e a aveia-amarela (*Avena byzantina* C. Koch), menos comum, podendo ser usada com duplo propósito (OLIVEIRA, 2002).

A cultura da aveia é uma ótima alternativa para o cultivo no período de outono/inverno/primavera, destina-se a produção de grãos de elevado valor nutricional, formação de pastagens, de forma isolada ou consorciada com outras forrageiras, produção de forragem conservada como feno e silagem e também pode ser utilizada para cobertura do solo (FLOSS et al., 2007).

A produção de matéria seca das aveias pode ser elevada, mas varia, entre outros fatores, conforme a região e o cultivar utilizado, sendo que para a recomendação de seu uso deve-se primeiramente identificar quais se adaptam melhor à determinada região conforme sua variação quanto a idade de corte, precocidade, tolerância à seca entre outras (ALVIM e COSER, 2000).

O uso do solo no inverno com pastagem de aveia é uma excelente alternativa para produção de leite ou carne, podendo-se obter altos índices zootécnicos de produtividade e ganho por animal (CARVALHO et al., 2008). Nestes sistemas intensivos de produção animal, durante esse período do ano, a aveia contribui especialmente na redução de uso de alimentos volumosos e de alimentos concentrados energéticos, em razão da elevada qualidade nutricional da forragem desta planta (OLIVEIRA et al., 2005).

A utilização de aveia-branca deve-se à sua produção e às diversas formas como esta cultura pode ser empregada, como pastejo direto, produção de grãos e cobertura de solo, e pode ser oferecida diretamente no cocho, como massa verde, silagem ou feno. Já a aveia-preta é a mais utilizada para forragem, especialmente por apresentar maior rusticidade em comparação à aveia-branca (TAFERNABERRI JÚNIOR et al., 2012).

2. OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa é determinar qual o melhor manejo de corte a ser empregado na produção de aveia branca (*Avena sativa L.*) cultivar IPR 126 com o intuito de produzir forragem de qualidade para ruminantes, nas condições climáticas da região Sudoeste do Paraná.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar o melhor intervalo de descanso para a aveia IPR 126.
- Determinar a qualidade nutricional da aveia IPR 126 nos diferentes intervalos de descanso.

Estimar os parâmetros cinéticos da degradação ruminal de matéria seca da aveia nos diferentes intervalos de rebrota por meio do método de produção de gás *in vitro*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

O setor agropecuário brasileiro vem passando por grandes transformações tecnológicas, o que proporciona um significativo aumento dos níveis de produção e a possibilidade de competir no mercado internacional. Entretanto, os pecuaristas brasileiros ainda necessitam melhorar a qualidade dos seus produtos sem aumentar demasiadamente os custos de produção para que os mesmos se tornem competitivos no mercado globalizado.

Regiões brasileiras com condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo de espécies forrageiras de alto potencial produtivo vêm despertando interesse na implantação de sistemas de produção à base de pasto, por ser uma das alternativas de alimentação mais econômicas existentes (MISTURA, et al., 2007). Por outro lado, a estacionalidade de produção de forragem, durante os períodos de vazio forrageiro, tem se tornado uma das principais causas dos baixos desempenhos zootécnicos dos rebanhos criados em sistema de pastejo.

A base alimentar dos ruminantes em qualquer sistema de produção é a pastagem, de forma a torná-lo economicamente viável (FONSECA et al., 2010; ARAÚJO et al., 2008). A produção animal à pasto, quando comparada com o sistema confinado, apresenta vantagens como a viabilidade econômica e a redução ou minimização dos impactos ambientais (BIANCHINI et al., 2007). Mas, devido à estacionalidade de crescimento das gramíneas em função das alterações climáticas durante o ano, ocorre o declínio na quantidade e na qualidade das forrageiras tropicais, o que acarreta a necessidade de introduzir formas alternativas para alimentação dos ruminantes (SILVA, 2011a).

Estima-se que o custo de produção da pastagem corresponda a um terço do de outras fontes de alimento, como feno, silagem e concentrados (Fonseca et al., 2010). Em âmbito nacional, a pecuária, tanto de corte como de leite, é quase toda baseada no uso de pastagens, tendo como vantagens a capacidade de oferecer melhores condições de sanidade, conforto animal e baixo custo de produção (BRAGA, 2010).

Regiões que possuem clima subtropical, com estações bem definidas, índices pluviométricos em níveis satisfatórios e com distribuição regular ao decorrer do ano, como no Sul do Brasil, permitem o cultivo de forrageiras durante todas as estações climáticas, com intervalo de vazio forrageiro menor do que de outras regiões do país devido à utilização de forrageiras temperadas durante certos períodos do ano (CARVALHO et al., 2010). Cultivares de verão e de inverno utilizados nos Estados do Sul podem ser ainda mais produtivos, se otimizados os processos de adubação, irrigação e manejo da pastagem.

Segundo Souza et al. (2009), algumas forrageiras anuais são identificadas para a estação fria como as gramíneas aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e branca (*Avena sativa* L.), azevém (*Lolium multiflorum*) e o trigo (*Triticum aestivum* L.). Além desses, são utilizados o centeio (*Secale cereale* L.), triticale (*X. triticosecale* Wittmack), capim lanudo (*Holcus lanatus* L.) e espécies de leguminosas (CARVALHO et al., 2010).

3.1 AVEIA

A aveia é uma gramínea anual de inverno com alto valor forrageiro já conhecido e comprovado além de sua alta capacidade de adaptação e variabilidade genética acentuada (OLIVEIRA, 2002). As aveias podem apresentar hábito de crescimento inicial prostrado, semi-prostrado ou ereto, sendo os hábitos, prostrado e semi-prostrado, os mais indicados para a utilização em forma de pastejo pela sua característica de menor exposição do seu meristema, facilitando o rebrote e formação de afílios que podem chegar de 4 a 5 afílios por planta (ALVES et al., 2008).

A aveia é uma gramínea pouco exigente em fertilidade, crescimento rápido e elevada produção de matéria seca, proporcionando rapidez de formação de cobertura (VILELA, 2008). Apresenta excelente palatabilidade e digestibilidade com ótimo valor nutritivo em torno de 26% de proteína bruta em seu estágio inicial de desenvolvimento. A produtividade varia de 10 a 30 toneladas de matéria verde/hectare, com 2 a 6 toneladas de matéria seca. Adapta-se bem a vários tipos

de solo, não tolerando excesso de umidade e temperaturas altas. Responde muito bem à adubação, principalmente com nitrogênio e fósforo. Suporta o estresse hídrico e as geadas (KICHEL e MIRANDA, 2000).

As espécies de aveias brancas e amarelas vêm ganhando espaço com o recente melhoramento e seleção sendo que, suas variedades novas têm características de duplo-propósito, pois apresentam potencial de produção de forragem e grãos na rebrota (GOMES & REIS, 1999; CARVALHO et al., 2010). A produção brasileira se destaca entre os Estados do Rio Grande do Sul, com área cultivada de 66.000 hectares, e o Paraná na sequência, com aproximadamente 44.100 hectares de aveia semeada (CONAB, 2010).

De acordo com Silva (2011a), as cultivares existentes até pouco tempo eram de ciclo curto, o que propiciava alguns entraves na produtividade de leite e carne. A aveia cria um déficit de oferta de forragem entre os meses de agosto e setembro, chamado de “vazio forrageiro”, pois a recuperação das forrageiras tropicais perenes só ocorre na primavera, com o aumento da radiação solar e da temperatura.

Com o auxílio de pesquisas foram desenvolvidas cultivares de forrageiras anuais de inverno com ciclos vegetativos mais longos e estimulado seu plantio (BORTOLINI; MORAES; CARVALHO, 2005). Um exemplo disso é a aveia branca IPR 126, melhorada em 2005 pelo Instituto Agrônomo de Pesquisa do Paraná (IAPAR, 2007). Essa variedade é um genótipo de ciclo longo que proporciona oferta de forragem por mais tempo durante o inverno, indicada para produção de forragem, rotação de culturas e cobertura de solo para plantio direto (IFPR, 2012).

O IAPAR (2005), detentor de alguns genótipos de aveias, testou a aveia branca IPR 126 e a aveia preta IAPAR 61 durante três anos consecutivos. No parâmetro forragem (soma de cortes) obteve-se uma produtividade de 5.139 kg/ha e de 4.529 kg/ha para o IPR 126 e IAPAR 61, respectivamente. Em relação ao parâmetro cobertura ou palhada (corte único ao florescimento), a produtividade foi de 7.439 kg/ha para o IPR 126 e de 8.454 kg/ha para a IAPAR 61.

A IPR 126 favorece ao produtor a redução do fornecimento da ração ou silagem e possui resistência ao pisoteio em períodos de déficit hídrico, com produtividade alcançada de 7.071 kg MS/ha em três cortes. Igualmente, essa

variedade contém um alto percentual de proteína e pouca fibra, com relação folha: colmo de 4,4/1 (IAPAR, 2005).

No desenvolvimento da aveia, durante o crescimento ou a diferenciação, ocorrem alterações nos órgãos vegetativos e reprodutivos, bem como processos fisiológicos, que determinam a quantidade de biomassa produzida, sua distribuição, e especialmente, sua qualidade bromatológica, interferindo diretamente na digestibilidade e aproveitamento dos constituintes celulares pelos animais (RIZZI et al., 2004), fato de extrema importância para a avaliação associada da qualidade com a quantidade produzida, pois com o decorrer dos dias após o corte da pastagem a produção de MS aumenta pelo acúmulo diário e em contrapartida obtemos um decréscimo gradual da qualidade e digestibilidade do pasto (DAVID et al., 2010).

3.2 IMPORTÂNCIA DA CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO EM ALIMENTOS

Os sistemas atuais de adequação de dietas para ruminantes necessitam de informações sobre o alimento no que diz respeito às suas frações de carboidratos e proteínas, bem como de suas taxas de digestão, para que se possa estimar com maior exatidão o desempenho dos animais e maximizar a eficiência de utilização dos nutrientes (MOREIRA et al., 2010).

Os parâmetros cinéticos de degradação são importantes porque eles além de descrever a digestão, caracterizam as propriedades intrínsecas dos alimentos que limitam a disponibilidade para os ruminantes (MERTENS, 2005).

Os modelos dinâmicos da degradação fornecem estimativas dos valores nutritivos dos alimentos, da população microbiana e do estado fisiológico do animal, além de informações sobre os fatores que atrapalham os processos digestivos (MERTENS, 1993). Por meio da estimativa das variáveis da cinética de digestão dos nutrientes no trato gastrintestinal é possível fornecer dietas mais adequadas, visando a máxima eficiência de síntese de proteína microbiana e também a redução das perdas nitrogenadas e energéticas decorrentes da fermentação ruminal, com

observação da sincronização na degradação de nitrogênio e carboidratos no rúmen (MERTENS, 2005).

Até o início do ano de 1980, os métodos utilizados para avaliar alimentos para ruminantes forneciam apenas estimativas da digestibilidade potencial dos alimentos, obtendo pouca referência à dinâmica da fermentação ruminal. Uma segunda geração dos métodos foi desenvolvida, introduzindo estimativas da cinética de degradação do retículo-rúmen (VALENTIN et al., 1999).

O *The Cornell Net Carbohydrate and Protein System* (CNCPS) categoriza os microrganismos do rúmen como bactérias que fermentam os carboidratos fibrosos (CF) e carboidratos não fibrosos (CNF). Geralmente as bactérias que fermentam CF degradam celulose e hemicelulose, crescendo lentamente e utilizando a amônia como fonte primária de N para síntese de proteína microbiana. As bactérias que fermentam CNF utilizam açúcares, amido e pectina, e normalmente crescem mais rápido que as CF, podendo utilizar amônia ou aminoácidos como fonte de nitrogênio (SNIFFEN et al., 1992).

A taxa de crescimento bacteriano é determinada pela quantidade de carboidratos (CHOS) digeridos no rúmen, sendo as taxas de degradação (Kd) dos CHOS condicionado a fontes adequadas de nitrogênio e disponibilidade de outros nutrientes essenciais. O CNCPS assume que o crescimento bacteriano é proporcional ao kd. Esta suposição relaciona-se à hipótese de que o rúmen opera com limitações de substrato, estando a massa microbiana em excesso (RUSSEL et al., 1992).

Os carboidratos são a principal fonte de energia para o crescimento microbiano e a proteína de origem microbiana é a principal fonte de aminoácidos para o hospedeiro. Desta forma, variações nas frações e nas taxas de degradação destas dentro de alimentos, podem afetar o suprimento de proteína microbiana ao intestino delgado e conseqüentemente o desempenho animal (CABRAL et al., 2000). Portanto, torna-se de suma importância o estudo da cinética da digestão dos carboidratos, tornando possível, por meio de dietas adequadas, sincronizar a disponibilidade de energia e compostos nitrogenados no rúmen, permitindo o máximo desempenho das populações microbianas e dos hospedeiros (RUSSELL et al., 1992).

No rúmen acontece o principal processo de digestão dos ruminantes, procedimento esse desencadeado pela alta concentração microbiana presente nesse órgão (VAN SOEST, 1994). O resultado desse processo é a alta eficiência dos ruminantes em aproveitar os alimentos fibrosos.

O balanceamento de dietas para ruminantes visando a sincronização da disponibilidade de nitrogênio e energia no rúmen para otimizar a digestão dos nutrientes e a produção de proteína de origem microbiana depende do conhecimento à respeito da degradação ruminal das variadas fontes alimentícias (TONANI et al., 2001)

Conhecer aspectos como grau de maturidade da planta, forma de processamento, relação caule-folha bem como identificar e entender o que influencia no consumo de volumoso pelo animal é necessário para maximizar a produção baseada em pastagem (LADEIRA et al., 2001).

Segundo Orskov & McDonald (1979) fatores como extensão da digestão potencial, taxa de fermentação e taxa de redução do tamanho da partícula, expressam a qualidade propriamente dita da forragem.

A disponibilidade de nutrientes para os ruminantes depende da degradação realizada pelos microrganismos do rúmen. Por sua vez, o crescimento da população microbiana varia com as condições do ambiente ruminal, tais como temperatura, pH, pressão osmótica, produtos da fermentação e baixa concentração de oxigênio. A cinética de degradação ruminal gera informações do processo de digestão que podem melhor descrever o valor nutritivo dos alimentos (VAN SOEST, 1994).

A determinação da cinética de degradação possibilita o entendimento mais aprofundado da atividade digestiva, obtendo um valor mais específico dos nutrientes do alimento, através da mensuração da produção de gases, produzidos na digestão (VAN SOEST, 1994).

Digestão é o processo pelo qual ocorre a conversão de macromoléculas do alimento em compostos simples podendo ser absorvidos em locais do trato gastrointestinal (ROCHA JR., 2003). Segundo Abreu, (2012) a digestibilidade, consumo e eficiência energética caracterizam o valor nutritivo de um alimento, porém a digestibilidade é a medida que apresenta maior precisão quando comparada com as demais. Isto se justifica pelo fato da digestibilidade oferecer

menor variação entre os animais para estabelecer o valor alimentar (VAN SOEST, 1994).

Desta forma as medidas de digestibilidade têm sido ferramentas significativas para o desenvolvimento de sistemas que definem o valor nutricional dos alimentos (VAN SOEST, 1994). Rocha Jr. et al. (2003) descrevem que, para se determinar o valor nutricional dos alimentos não se deve ter como base somente os valores encontrados em análises químicas, pois estes possuem pouca validade, ou seja, os atributos biológicos dos alimentos possuem maior significância no momento da predição do desempenho animal, ou até mesmo no balanceamento de dietas. Porém, sempre apresentam maior grau de dificuldade em se determinar os valores precisos, isto se explica segundo Preston (1999), pelo motivo de ocorrer interação entre a composição do alimento com as capacidades digestivas e metabólicas de cada animal.

O coeficiente de digestibilidade de um alimento constitui um dos principais parâmetros nutricionais entre aqueles determinados pelo processo produtivo dos ruminantes. Em termos de conceituação nutricional básica, segundo Detmann et al. (2006), a digestibilidade aparente constitui a fração do alimento aparentemente retida durante sua passagem pelo trato gastrintestinal, onde sofre ações dos sistemas enzimáticos microbianos. Os coeficientes de digestibilidade dos componentes químicos de um alimento constituem parâmetros para obter o conteúdo energético do alimento, logicamente através dos nutrientes digestíveis totais (NDT) (DETMANN et al., 2008). O termo digestibilidade se define como a fração do alimento consumido que é digerido e pode ser metabolizado pelo animal. A digestibilidade potencial dos componentes da planta, com exceção da lignina, é de 100%, entretanto, a total digestão não ocorre devido às incrustações de hemicelulose e celulose pela lignina, que possui efeito protetor, impossibilitando a ação dos microrganismos ruminais (WHITEMAN, 1980).

Experimentos realizados até então, em geral mostram correlações positivas entre parâmetros de digestibilidade e medidas de consumo de matéria seca. Por outro lado, correlações negativas também são encontradas ao confrontar dados de digestibilidade com valores que representam proporções de parede celular em forrageiras (EUCLIDES et al., 1999; EUCLIDES et al., 2000). Ou seja, a digestibilidade de uma forrageira é dependente do espaço de tempo que uma

partícula permanece dentro do trato digestivo para sofrer todos os processos químicos, físicos e biológicos que envolvem a digestão de um ruminante. Isto indica que não só as taxas de digestão podem estar correlacionadas com o consumo voluntário, mas também a taxa de passagem. Sendo mais específico, essas duas taxas estão mais relacionadas com os constituintes da parede celular da forragem, considerando que o conteúdo celular é rapidamente fermentado no rúmen (JUNG & ALLEN, 1995).

3.2.1 Método *in vitro* com produção de gás

As técnicas de produção de gases *in vitro* foi desenvolvidas para prever a fermentação de alimentos para ruminantes. O alimento é incubado com líquido ruminal, tampão e meio de cultura. 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, 2005).

Alguns fatores podem comprometer a fermentação *in vitro* e influenciar a medição de produção de gases tais como: a fonte e preparo do inóculo, composição e preparo do meio, preparo do substrato. Dados de produção de gases *in vitro* podem ser úteis quando são complementados com outros dados, como composição química do substrato e/ou sua digestão *in vitro*, para atuar em modelos matemáticos mais complexos que predizem fenômenos relacionados com o funcionamento do rúmen (KRISHNAMOORTHY, 2005). Pell et al. (1994) também relataram limitações da técnica de produção de gás, com relação a fração dos gases que é oriunda do CO₂ resultante do bicarbonato contido no meio de cultura. A produção de gás reflete o metabolismo da microbiota ruminal, portanto, os estudos com dietas deficientes em nutrientes essenciais ao crescimento microbiano podem trazer informações

distorcidas. Além disso, a interpretação dos dados de produção cumulativa de gás é mais difícil, exigindo modelos logísticos complexos, sendo, portanto, mais laboriosa do que a interpretação dos dados gravimétricos de desaparecimento dos nutrientes.

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). De acordo com Getachew et al. (2004), a quantidade de gases produzidos de um alimento em incubação reflete a produção de AGCC, os quais são a principal fonte de energia dos ruminantes. Os gases surgem diretamente da degradação microbiana dos alimentos, e indiretamente da reação do tampão com os ácidos gerados como resultado da fermentação.

As taxas de produção de AGCC variam com o tempo após a ingestão, e com o tipo de alimento. Quando o alimento é à base de concentrado, a curva é mais aguda e o pico de produção ocorre em torno de 2 a 3h após a ingestão. De outro modo, quando a dieta consiste de forragem (volumoso), a curva de produção é menos aguda e o pico ocorre em torno de 4 a 5h após a ingestão (KOZLOSKI, 2002).

A cinética da degradação ruminal e o ritmo fracional da produção de gases *in vitro* têm se relacionado, com o perfil da proteína, dos carboidratos dos alimentos e com o teor de extrato etéreo. Segundo Russell et al. (1992) e Sniffen et al. (1992), isso permite a sincronização da degradação de nitrogênio e carboidratos no rúmen, obtendo assim a máxima eficiência de síntese de proteína microbiana, redução das perdas energéticas e nitrogenadas provenientes da fermentação ruminal, podendo com isso, prever com maior precisão o desempenho dos animais através dos ingredientes da dieta.

3.3 INFLUÊNCIA DO MANEJO DE CORTE NA PASTAGEM SOB A DIGESTIBILIDADE

Segundo Ferreira et al., (2005) o intervalo entre cortes é um fator de manejo que possui influencia significativamente na produção e na qualidade da forragem. O autor relata que ao realizar cortes com intervalos maiores se obtém maior produção de MS, entretanto, ocorre simultaneamente decréscimo significativo na qualidade. Andrade & Gomide (1971) avaliaram efeito dos dias de descanso sob a qualidade nutricional do capim-elefante quando cortado aos 28, 56, 84, 112 e 140 dias de crescimento, obtendo-se valores de PB reduzidos à medida que avançava o estágio de desenvolvimento da planta, com valores de: 15,3; 8,4; 4,8; 4,1; 4,2 respectivamente com os dias de rebrote.

O avanço da maturidade da planta causa um aumento da lignificação do tecido estrutural (VAN SOEST, 1994), uma redução na taxa de crescimento de lâminas e alongamento acompanhado da lignificação do colmo, o que reduz o valor nutricional da planta (DABO et al., 1987). O avanço da idade das plantas exerce efeito sobre a fração da parede celular. Primeiramente, a proporção de carboidratos da parede celular aumenta, mas simultaneamente, as características da composição química e da digestão também são alteradas. O consumo de alimento e a digestibilidade são dependentes da cinética da digestão no rúmen (VAN SOEST, 1994).

Apesar da produção de MS ser um dos fatores que auxiliam na escolha e no manejo da forrageira, a avaliação da digestibilidade e da degradação ruminal em diferentes idades também são fatores importantes. Pois, além de fornecer valores que permitam a comparação entre diferentes espécies, revelam qual é o melhor estágio de maturação durante o ciclo vegetativo para aumentar a eficiência de utilização da forrageira pelo animal (RODRIGUES et al., 2004).

Cândido et al. (2005), avaliando coeficientes de DIVMS de cultivares de *Panicum maximum* cv. *Mombaça* obtiveram valores superiores aos citados por Oliveira et al. (2000), que avaliaram gramíneas tropicais com idades de rebrote de 25 dias e obtiveram valores da ordem de 62%. Em contrapartida, segundo os autores, entre as idades de rebrota de 28 a 35 dias foram encontradas DIVMS superiores as médias encontradas comumente em gramíneas tropicais. Oliveira et al. (2000), realizaram experimento com pastagem de capim tifton-85, durante o período das chuvas (dezembro-fevereiro), os autores testaram a influência da idade de corte sobre o valor nutritivo desta forrageira. As idades testadas foram: 14, 21,

28, 35, 42, 49, 56, 63, 70 dias, e os valores de DIVMS para lâmina foram: 74,4; 72,1; 61,9; 54,5; 52,6; 49,1; 51,0; 46,1; 50,1 % e para colmo de 75,8; 68,7; 63,3; 58,2; 51,6; 44,7; 44,2; 44,7; 44,8 % sob as respectivas idades de corte. Oliveira et al. (2000), ainda complementaram relatando que além do decréscimo na digestibilidade o mesmo ocorreu com a PB a medida que se avançava a idade da planta, e que os teores de FDN se elevaram até os 51 dias de rebrota.

Cedeño et al. (2003), em experimento com capins coast cross, tifton 68 e tifton 85 avaliando o efeito da idade sob o desempenho dos cultivares, relataram decréscimo de 18,61% na digestibilidade *in vitro* para o tifton 68 e 19,59% para o tifton 85 comparando 28 e 56 dias de período de descanso. Já Velásquez et al. (2010) avaliando o tifton 85 obtiveram aumento na digestibilidade quando comparado 28 (47,30%) e 35 (53,40%) dias de rebrota, porém quando comparado 35 e 42 (52,70%) dias a pastagem apresentou decréscimos nos valores de digestibilidade.

Ferreira et al. (2005) avaliaram três idades de rebrota (21, 42 e 63 dias) em gramíneas do gênero *Cynodon* e encontraram decréscimo na digestibilidade *in vitro* da matéria seca com o avanço da idade da planta com os devidos períodos de descanso. Quando o crescimento vegetativo da planta é favorecido pelas condições climáticas ocorre um desenvolvimento maior de seus tecidos, que consequentemente, podem influenciar na composição química da mesma, pois, devido à aceleração do seu crescimento, além de haver maior acúmulo de material senescente a atividade metabólica é maior acarretando na conversão dos produtos da fotossíntese em tecidos estruturais, reforçando a parede celular para dar suporte à sua taxa de crescimento vegetativo e assim proporcionando acréscimo nos valores de FDN e FDA (fibra em detergente ácido), dessa forma os teores protéicos e principalmente a DIVMS são reduzidos (MACHADO et al., 1998).

Mislevy (2011) avaliou a digestibilidade de gramíneas do gênero *Cynodon* durante o período de verão-outono, submetidas a intervalos de corte de quatro e cinco semanas e relatou valores de 58 e 51% respectivamente. Ferreira et al. (2005) estudaram a composição química e a cinética da degradação ruminal das gramíneas Tifton 44, Tifton 85 e Coast cross manejadas em três idades de rebrota (21, 42 e 63 dias) e relataram que com o avanço da idade da planta os cultivares tiveram redução

nos valores de fração solúvel, fração potencialmente degradável e degradabilidade efetiva.

Na literatura são encontrados diversos trabalhos (QUEIROZ et al., 2000; PACIULLO et al., 2001; PACIULLO, 2002; BRITO, 2003; VELÁSQUEZ et al., 2010) nos quais os valores de FDN, FDA e lignina apresentaram correlação negativa com a digestibilidade. A queda de digestibilidade da forragem à medida que a idade da planta é avançada é relatada em praticamente todos os trabalhos desta natureza (EUCLIDES et al., 1999; EUCLIDES et al., 2000; CÂNDIDO et al., 2005).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O trabalho foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, localizado no terceiro planalto paranaense, com altitude de 520 m, latitude de 25°44" Sul e longitude de 54°04" Oeste, onde o clima é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa), segundo a classificação de Köppen (MAAK, 1968).

4.2 EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO

A implantação da pastagem de aveia branca (*Avena sativa*) variedade IPR-126 foi realizada, de forma mecanizada, com espaçamento entre linhas de 17 cm, no dia 18 de abril de 2012, com 60 kg/ha de semente, conforme recomendação de Pin et al., (2011) que obtiveram maior produção de matéria seca e taxa de alongamento deste cultivar nas épocas de plantio de 4 e 24 de abril, respectivamente.

Foram analisados os períodos de descanso de: 14, 21, 28 e 35 dias distribuídos em quatro blocos casualizados. Foi utilizada uma área de bordadura de cinco metros. Somando as 16 parcelas com 25 m² cada, dois corredores de 0,5 m de largura cruzando ao meio da área do experimento para facilitar o acesso às parcelas e mais a área da bordadura, o que totalizou uma área experimental de 930 m². Os cortes foram feitos a 10 cm do solo para facilitar o rebrote, evitando o corte excessivo de material morto. O primeiro corte foi realizado como forma de padronização para todos os tratamentos aos 49 dias após a semeadura, quando as plantas atingiram a altura média de 27,5 cm da segunda fileira de folhas.

Foi realizada adubação de base de forma mecanizada no momento da implantação da aveia contendo 15 kg ha⁻¹ de N, 75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 45 kg ha⁻¹ de

K₂O, posteriormente realizou-se adubação de cobertura de forma manual, sendo igualmente distribuído em todas as parcelas, assim como para a área de bordadura uma dose de 20 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia repetindo-se esta aplicação por mais duas vezes no decorrer do período experimental, o que totalizou três aplicações de cobertura: a primeira logo após o corte de padronização e as duas subsequentes com 28 e 56 dias após a primeira.

4.3 COLETA DAS AMOSTRAS

A coleta das amostras foi realizada no dia determinado de cada corte, sendo delimitada uma área de um m² ao centro de cada parcela, com o objetivo de evitar interferência das parcelas ao lado. O corte da aveia foi realizado com tesoura de esquila a 10 cm de altura do solo e após encaminhados a sala de pesagem e estufas de pré-secagem.

4.4 ANÁLISE DE PRODUÇÃO

As amostras coletadas foram transportadas imediatamente para a sala de estufas de pré-secagem da UNEP - Mecanização da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos, onde foi realizada a pesagem do material para a determinação da produção de matéria verde (MV). Após retirou-se uma sub-amostra que foi pesada e acondicionada em sacos de papel e encaminhada a estufa com ventilação forçada de ar a 55 °C durante 72 horas para determinação da matéria parcialmente seca (MPS) de cada parcela a cada corte.

4.5 MODELO ESTATÍSTICO

Os dados foram analisados usando o modelo estatístico:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + b_j + \alpha b_{ij} + \tau_{k(i)} + e_{l(ijk)}$$

em que μ é a média geral; α_i é o efeito do tratamento, sendo $i = 1, 2, 3$ e 4 para dias de descanso 14, 21, 28 e 35 dias respectivamente; b_j refere-se ao efeito do bloco em que $j = 1, 2, 3$ e 4 ; $\tau_{k(i)}$ é a ordem de corte, sendo que $k = 1$ a 6 para o tratamento 14 dias, $k = 1$ a 4 para o tratamento 21 dias, $k = 1$ a 3 para o tratamento 28 dias e $k = 1$ e 2 para o tratamento 35 dias; αb_{ij} é a interação dos tratamentos com a ordem de corte; e $e_{l(ijk)}$ refere-se ao erro com variância $V(0, V\sigma_e^2)$, sendo $V\sigma_e^2$ a matriz de variância e covariância que for modelada.

4.6 ANÁLISES BROMATOLÓGICAS

As análises bromatológicas foram realizadas no laboratório de Análise de Alimentos da UTFPR-Câmpus Dois Vizinhos, sendo a análise de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) pelo método de Mertens et al., (2002); fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e proteína bruta (PB), de acordo com VAN SOEST & ROBERTSON (1985). Determinação da matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE) através da metodologia descrita por (SILVA & QUEIRÓS 2002), Digestibilidade *in vitro* foi determinada pela metodologia de GOERING & VAN SOEST (1970).

4.7 DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* GÁS DA MATÉRIA SECA

As amostras secas ao ar foram pesadas em balança analítica (cerca de 0,5g) e transferidas para frascos de penicilina de 100 mL individualmente.

4.7.1 Preparação do meio (para 20 incubações)

A preparação das soluções que deram origem ao meio de cultura foi realizada conforme GOERING & VAN SOEST, (1970) (Tabela 1). Posteriormente realizou-se o preparo do meio de cultura, com a adição de 2 g de trypticase peptone em 400 mL água, e 0,1 mL da solução micromineral, agitando até dissolver. Em seguida, acrescentou-se 200 mL da solução tampão, 200 mL da solução macromineral, 1 mL da solução de resazurina e por último 40 mL da solução de redução.

Após a homogeneização da solução, esta foi encaminhada ao banho-maria à temperatura de 39°C sob aspersão de CO₂ até a redução (indicada pela mudança de cor arroxeadada para transparente) da solução. Após a solução estar reduzida se iniciou o preparo do inóculo (Figura 1).

Tabela 1: Preparo das soluções que compõe o meio de cultura segundo GOERING & VAN SOEST, (1970).

| Solução | Vol. de água destilada | Reagentes |
|-------------------------|------------------------|--|
| Solução Tampão | 1 l | 4 g/l (NH ₄)HCO ₃ (bicarbonato de amônio). 35 g/l NaHCO ₃ (bicarbonato de sódio). |
| Solução de Macromineral | 1 l | 5,7 g/l Na ₂ HPO ₄ (fosfato dissódico ou fosfato de sódio dibásico anidro). 6,2 g/l KH ₂ PO ₄ (dihidrogenofosfato de potássio ou fosfato de potássio monobásico anidro). 0,6 g/l MgSO ₄ 7H ₂ O (sulfato de magnésio heptahidratado). 2,2 g/L NaCl (cloreto de sódio). |
| Solução de Micromineral | 1 l | 13,2 g/0,1 l CaCl ₂ (cloreto de cálcio). 10,0 g/0,1 l MnCl ₂ 4H ₂ O (cloreto de manganês tetra hidratado). 1 g/0,1 l CoCl ₂ 6H ₂ O (cloreto de cobalto hexahidratado). 8 g/0,1 l FeCl ₃ 6H ₂ O (cloreto de ferro hexagidratado). |
| Solução de NaOH | 1 l | 40 g/l NaOH (hidróxido de sódio). |
| Solução Redutora | 0,19 l | 1,25 g de Cisteína HCl. 8 mL de solução 1 Molar de NaOH. 1,25 g de Sulfeto de Sódio Nonahidratado (Na ₂ S 9H ₂ O). Completar com água até 0,2 l. |

O inóculo foi obtido a partir de um bovino fistulado da raça Holandês com aproximadamente 650 kg de massa corporal. Para o preparo do inóculo segundo ABREU, (2012) utilizou-se uma garrafa de gás CO₂, duas garrafas térmicas para armazenar o líquido ruminal e a ingesta fibrosa, e pano de algodão para filtrar o material.

Primeiramente, foi coletado o líquido ruminal e filtrado em 1 pano de algodão com dobra simples e armazenado em uma das garrafas térmicas já sob pressão de gás CO₂, posteriormente, coletou-se a ingesta fibrosa que foi armazenada em outra garrafa térmica.



Figura 1: Fotografias ilustrando a redução do meio de cultura sob pressão de gás CO₂.

Imediatamente após a coleta o material foi encaminhado para o laboratório de Parasitologia para o preparo do inóculo, seguindo a proporção de 2:1 de líquido e ingesta ruminal. A quantidade de inóculo necessária a ser preparada foi calculada através da metodologia descrita por Goering & Van Soest (1970) que recomenda 10 mL para cada frasco incubado. Desta forma, foram adicionados 500 mL de líquido e 250 g de ingesta num liquidificador batendo até ocorrer boa homogeneização dos materiais. Imediatamente após a homogeneização o inóculo foi filtrado em pano de algodão com duas camadas e adicionado ao meio de cultura reduzido em uma proporção de 4:1 respectivamente, e a mistura mantida a 39°C em banho-maria, com fornecimento de gás CO₂ até que a mistura fosse transferida para os frascos (HALL & MERTENS, 2008) (Figura 2).



Figura 2: Inóculo pronto adicionado ao meio de cultura sob pressão de CO₂.

Foram adicionados 50 mL da mistura, sob constante pressão de CO₂, em cada frasco contendo as amostras de pastagem de aveia. Após os frascos serem preenchidos, os mesmos foram tampados com rolha de borracha e lacrados utilizando lacre de alumínio com auxílio de um alicate de pressão adaptado e uma morsa para prender os frascos. Posteriormente, os frascos foram alocados no banho-maria a 39°C onde ficaram até o término das medições de gás.

4.7.2 Equipamento mensurador de gás

A produção de gás foi mensurada por meio de um dispositivo não automatizado semelhante ao utilizado por Malafaia et al. (1998). O dispositivo contém um manômetro (0 - 8 psi; incrementos de 0,1), acoplado a uma válvula de três vias de plástico (three way), ligada às duas mangueiras. Uma das mangueiras conectava a válvula a um tubo de silicone (10 mm; Ø 1,5 m de comprimento) na extremidade do qual foi acoplada uma seringa descartável de 3 mL com agulha de calibre 25 x 7 (22G x 1). Uma segunda mangueira conectava a válvula ao

manômetro por meio de um tubo plástico (6 mm; \varnothing 0,4 m de comprimento) ligado a um conector com engate rápido e este a uma luva de redução. Partindo da primeira válvula esta foi ligada por um tubo de silicone (\varnothing 10 mm; 0,05 m de comprimento) a uma segunda válvula (three way) com o objetivo de direcionar a terceira mangueira (tubo de silicone; \varnothing 10 mm; 1,3 m de comprimento) ao sistema vaso-comunicante para proporcionar uma válvula de escape para saída dos gases. O sistema vaso-comunicante formado por uma pipeta graduada 25 mL (incrementos de 0,1 ml), com a sua extremidade cônica ligada à haste estreita e apertada no funil de separação (1.000 mL) por meio de outro tubo de silicone (\varnothing 10 mm; 0,4 m de comprimento) foi preenchido através da boca do funil com uma solução 0,1 g/L de resazurina com volume suficiente para atingir a marca de zero (menisco) da pipeta graduada de acordo com o princípio dos vasos comunicantes.

O líquido foi colocado com cuidado para evitar formação de bolhas de ar. O funil e a pipeta foram presos a um suporte de metal em posição vertical e estático (Figura 3).



Figura 3: Fotografias dos equipamentos utilizados para realização da metodologia.

A pressão do gás gerado por meio da fermentação nos frascos incubados foi lida no manômetro, inserindo a agulha na rolha de borracha do frasco selado, e o

volume de gás produzido foi aferido em seguida fazendo uma mudança de posição da válvula de três vias para liberar o gás até a pipeta graduada, onde a pressão exercida pelo mesmo movimentava a coluna da solução de resazurina. O objetivo de fixar a agulha junto à seringa na extremidade do tubo de silicone era justamente para a realização da leitura da pressão e do volume, sem que houvesse a necessidade de retirar os frascos do banho-maria. No entanto, os frascos foram removidos todos os dias para serem ligeiramente agitados no início da manhã, ao meio dia e no início da noite para misturar o conteúdo incubado, lembrando que esta prática foi realizada sempre após a realização das leituras.

As leituras de pressão e de volume foram realizadas a 1, 2, 3, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 72, e 96 h de incubação. As leituras de volume foram expressas em mL/0,1 g de MS.

As curvas de produção acumulativa de gases observadas *in vitro* foram utilizadas para ajustar o modelo logístico bicompartimental (SCHOFIELD et al., 1994), dado por:

$$V = \frac{V_1}{1+e^{[2-4k_1(t-\lambda)]}} + \frac{V_2}{1+e^{[2-4k_2(t-\lambda)]}} + \varepsilon \quad (1)$$

em que, V = volume de gases (mL g^{-1} MO degradada) no tempo t ; V_1 = volume máximo de gases produzidos pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; V_2 = volume máximo de gases produzidos pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de lenta digestão; V_T ($V_1 + V_2$) = volume total de gases produzidos; k_1 = taxa específica de produção de gases pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k_2 = taxa específica de produção de gases pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de lenta digestão; t = tempo de incubação; e = exponencial; λ = fase de latência (*lag time*); ε = erro experimental associado a cada observação, suposto \sim NIID ($0; \sigma^2$).

Os parâmetros ajustados no modelo logístico bicompartimental foram estimados pelo procedimento NLIN do aplicativo SAS[®] (versão 9) com o método de Marquardt. Para comparar se os tratamentos (dias de descanso) influenciaram o valor dos parâmetros foi utilizada a análise de medidas repetidas através da

metodologia de modelos mistos por meio do procedimento PROC MIXED do SAS (versão 9) e a máxima verossimilhança restrita (REML) como o método de estimativa. Para a modelagem da matriz de variância e covariância, foram testadas quatro estruturas: VC: (componentes de variância) caracterizada por variâncias iguais e observações independentes (não há correlação entre as observações ao longo do tempo); CS: (simetria composta) caracterizada pela igualdade de variâncias e covariâncias; AR (1): (auto regressiva de primeira ordem) que se identifica por variâncias e covariâncias iguais com correlação maior entre medidas adjacentes; UN: (não estruturada) é caracterizada por nenhum modelo matemático ser importado à matriz de covariâncias (LITELL et al., 2006). A estrutura de R adequada para cada parâmetro foi escolhida considerando o menor valor do Critério de Informação de Akaike Corrigido (AICC). Após definida a melhor estrutura da matriz R, o resultado do teste de efeito fixo (dias de descanso) obtido com esta matriz era usado como critério decisório acerca da significância do efeito de tratamento ($\alpha=0,05$). Nos casos em que o efeito de tratamento (dias de descanso) foi considerado significativo, os parâmetros foram submetidos à análise de regressão das estimativas dos parâmetros em função dos tratamentos pelo programa SAS[®] (versão 9).

5. RESULTADOS

O modelo de cinética de produção de gases de Schofield (Schofield et al. 1994) foi ajustado aos dados de volume de gás produzido pela degradação microbiana *in vitro* de cada uma das amostras, gerando um total de 60 curvas. O modelo se ajustou satisfatoriamente a todos os perfis. Apenas para ilustrar a qualidade de ajuste foi escolhido o segundo corte do bloco dois para representar graficamente todos os tratamentos (figura 4).

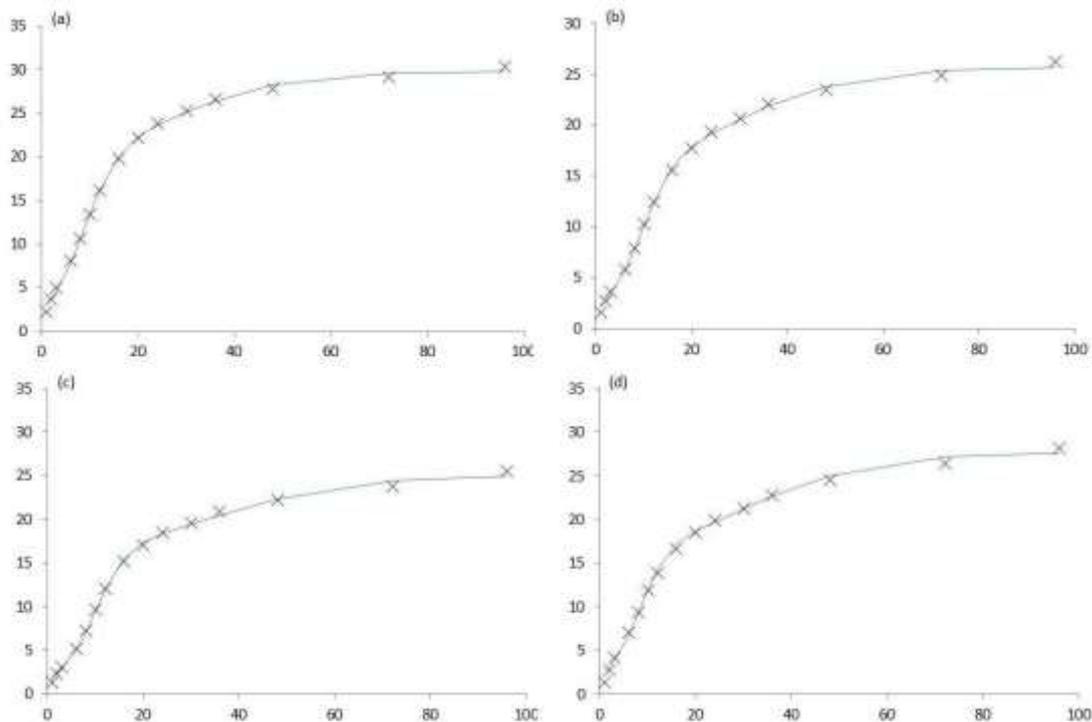


Figura 4: Eixo x - Tempo de incubação (h); Eixo y – Volume de gás produzido (mL/0,1g MS). Valores observados de produção acumulativa de gases pela degradação da matéria seca total e curvas ajustadas. Gráficos dias de descanso: (a), (b), (c) e (d) para 14, 21, 28 e 35 dias respectivamente.

A curva de produção de gás descreve um comportamento sigmóide formado por uma fase inicial de latência, definida no modelo de Schofield pelo parâmetro λ , seguida por um crescimento exponencial da produção de gás até atingir a fase assintótica (figura 4).

A definição de qual estrutura de variância e covariância melhor se ajustou aos dados observados foi definida a partir dos valores do critério de Akaike corrigido – AICC (BURNHAM & ANDERSON, 2004; LITTELL et al., 2006). A matriz componente de variância (VC) foi a mais adequada para as variáveis: EE, FDA e Produção de matéria seca, e aos parâmetros: k_2 e λ . A matriz simetria composta (CS) foi a que melhor se ajustou às variáveis: MS, PB, e ao parâmetro: vf_2 . Enquanto a matriz Auto-regressiva de primeira ordem AR(1) apresentou os menores valores de AICC para as variáveis: FDN, LIG, MM, e para os parâmetros: vf_1 e k_1 . A matriz não estruturada (UN) não demonstrou melhor adequação a qualquer das variáveis ou parâmetros estudados, sendo que, na maioria dos casos o modelo estatístico usando esta matriz não convergiu (Tabela 2).

Tabela 2: Valores de critério de informação de Akaike para as estruturas de variância e covariância modeladas .

| Variáveis | Matrizes de variância e covariância | | | |
|-----------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------|
| | Componente de variância | Simetria composta | Auto-regressiva de primeira ordem | Não estruturada |
| MS | 525,8 | 528,1 | 528,1 | 550,8 |
| PB | 591,5 | 593,7 | 593,7 | 646,3 |
| EE | 385 | 387,2 | 387,2 | 443,7 |
| FDN | 637,4 | 639,6 | 639,6 | 681,6 |
| LIG | 427,8 | 430 | 430 | 487,1 |
| MM | 474,6 | 476,8 | 476,8 | 531,7 |
| Vf_1 | 243,7 | 245,8 | 245,8 | 297,8 |
| k_1 | -304,7 | -302,6 | -302,6 | não convergiu |
| k_2 | -503,8 | -501,6 | -501,6 | -485 |
| Vf_2 | 292 | 294,1 | 294,1 | 342,1 |
| λ | 139,1 | 141,3 | 141,3 | 197,3 |

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo; FDN, fibra insolúvel em detergente neutro; LIG, lignina; MM, matéria mineral; Vf_1 , volume máximo de gases produzidos pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k_1 , taxa específica de produção de gases pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k_2 , taxa específica de produção de gases pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de lenta digestão; Vf_2 , volume máximo de gases produzidos pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de lenta digestão; λ , taxa de latência.

Após a escolha da matriz de variância e covariância mais adequada, foi possível definir quais variáveis bromatológicas e parâmetros sofreram efeito do tratamento por meio do valor P, sendo o critério de significância escolhido $\alpha=0,05$ (Tabela 3). Portanto, foi executada a análise de regressão apenas para as variáveis: MS, PB, EE, FDN, MM, Produção de matéria seca, e para o parâmetro k_2 (Tabela 3).

Tabela 3: Variáveis bromatológicas e parâmetros da cinética de degradação com respectivos valores P para a matriz de variância e covariância Componente de Variância.

| Variáveis | Valor P |
|-----------------|---------|
| MS | <0,0001 |
| PB | <0,0001 |
| EE | <0,0001 |
| FDN | 0,0002 |
| LIG | 0,6813 |
| MM | <0,0001 |
| Vf ₁ | 0,7514 |
| k ₁ | 0,9127 |
| K ₂ | 0,0450 |
| Vf ₂ | 0,4988 |
| λ | 0,2372 |

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo; FDN, fibra insolúvel em detergente neutro; LIG, lignina; MM, matéria mineral; Vf₁, volume máximo de gases produzidos pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k₁, taxa específica de produção de gases pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k₂, taxa específica de produção de gases pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de lenta digestão; Vf₂, volume máximo de gases produzidos pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de lenta digestão; λ, taxa de latência.

Os teores de MS e FDN aumentaram linearmente em função dos dias de rebrota da aveia, enquanto as concentrações de PB e MM tiveram comportamento oposto e diminuíram de forma linear, assim como a produção de matéria seca e as estimativas do parâmetro k₂ (taxa de degradação dos carboidratos fibrosos) que também decresceram linearmente em função do tratamento. A concentração de gordura (EE) variou de forma cúbica com o aumento do tempo de rebrota, o que indica um provável comportamento sigmóide decrescente para esta variável. A FDA, lignina e os demais parâmetros não sofreram efeito significativo dos intervalos de corte (Tabelas 4 e 5) .

Tabela 4: Valores médios e intervalo de confiança de 95% para composição química e parâmetros de degradação da aveia branca IPR 126 para cada período de descanso.

| Variáveis | Período de descanso (dias) | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | 14 | 21 | 28 | 35 |
| Matéria Seca ¹ | 111 ± 2,5 | 127 ± 6,5 | 180 ± 26,6 | 204 ± 16,8 |
| Proteína Bruta ² | 239 ± 9,2 | 253 ± 20,0 | 185 ± 24,0 | 172 ± 23,3 |
| Gordura ² | 43 ± 3,1 | 45 ± 3,7 | 31 ± 2,5 | 27 ± 3,2 |
| Fibra em Detergente Neutro ² | 489 ± 23,9 | 522 ± 17,2 | 558 ± 32,5 | 602 ± 80,8 |
| Lignina ² | 30 ± 3,0 | 32 ± 6,1 | 29 ± 5,8 | 28 ± 6,8 |
| Cinzas ² | 101 ± 5,4 | 95 ± 9,9 | 68 ± 8,9 | 59 ± 5,9 |
| Vf ₁ | 13,98 ± 0,76 | 14,08 ± 0,51 | 14,54 ± 1,700 | 14,64 ± 0,94 |
| k ₁ | 0,08 ± 7,44·10 ⁻³ | 0,08 ± 5,56·10 ⁻³ | 0,08 ± 7,44·10 ⁻³ | 0,08 ± 2,02·10 ⁻³ |
| k ₂ | 0,02 ± 9,92·10 ⁻⁴ | 0,02 ± 1,21·10 ⁻³ | 0,02 ± 1,72·10 ⁻³ | 0,02 ± 5,31·10 ⁻⁴ |
| Vf ₂ | 12,03 ± 1,31 | 12,42 ± 0,99 | 13,62 ± 2,354 | 12,74 ± 0,51 |
| λ | 1,68 ± 0,28 | 1,90 ± 0,36 | 1,86 ± 0,615 | 2,32 ± 0,14 |

Vf₁ e Vf₂ são gases de rápida e lenta produção, (mL/0,1 g MS); k₁ e k₂ são as taxas fracionárias de degradação dos carboidratos fibrosos e não fibrosos, respectivamente; λ é o tempo de latência (em horas).

¹ g.kg⁻¹ da Matéria Natural;

² g.kg⁻¹ da Matéria Seca

Tabela 5: Equações de regressão e respectivos valores de P para as variáveis bromatológicas e parâmetros da cinética de degradação.

| Variáveis | Equações de regressão | Valor P |
|-----------------|---|---------|
| MS | $y = 41,3557 + 4,6619x$ | <0.0001 |
| PB | $y = 297,43 - 3,4639x$ | <0.0001 |
| EE | $y = -116,01 + 22,576x - 0,982x^2 + 0,01296x^3$ | 0.0016 |
| FDN | $y = 415 + 5,208x$ | <0.0001 |
| LIG | - | - |
| MM | $y = 133,22 - 2,1396x$ | <0.0001 |
| vf ₁ | - | - |
| k ₁ | - | - |
| k ₂ | $y = 0,02274 - 0,00011x$ | 0,0123 |
| vf ₂ | - | - |
| λ | - | - |

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo; FDN, fibra insolúvel em detergente neutro; LIG, lignina; MM, matéria mineral; Vf₁, volume máximo de gases produzidos pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k₁, taxa específica de produção de gases pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k₂, taxa específica de produção de gases pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de lenta digestão; Vf₂, volume máximo de gases produzidos pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de lenta digestão; λ, taxa de latência.

No decorrer do período experimental a pluviosidade não se comportou de forma homogênea, apresentando concentrações de chuvas mais elevadas em determinados dias, como acontece no dia 18 de junho em que em um único dia precipitou quase 50 mm e posterior a isto permaneceu um período de cinco semanas com pouca incidência de chuvas (figura 5).

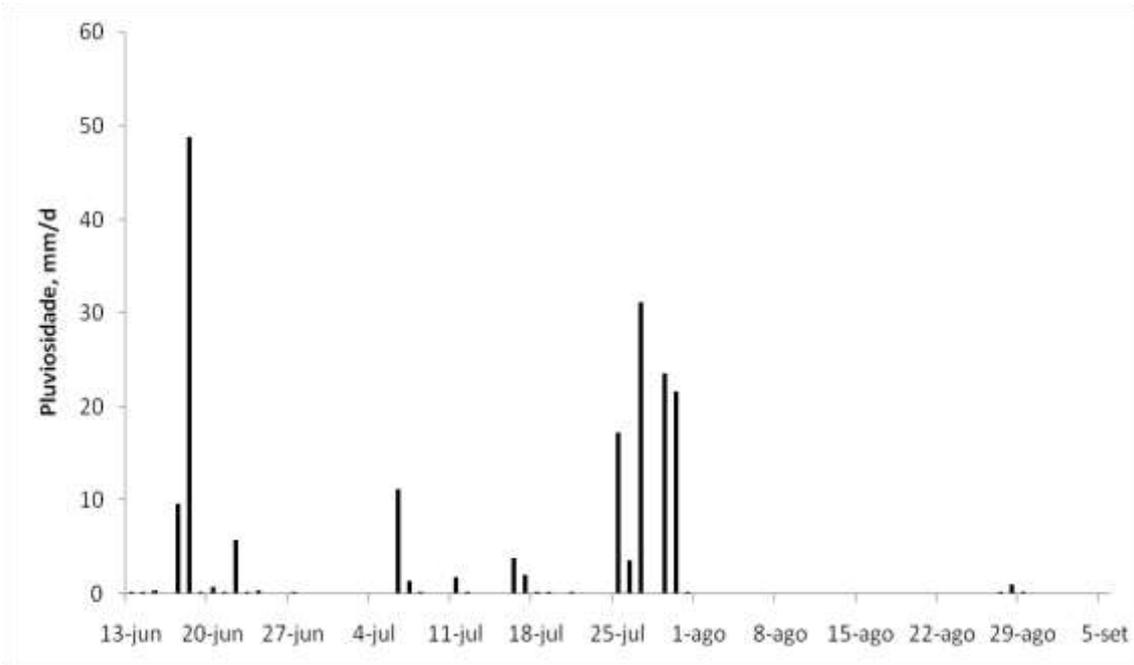


Figura 5: Pluviosidade em mm no decorrer do período experimental.
Fonte: INMET

Os teores de PB, Lignina e Prod. MS apresentaram tendência à diminuição de seus valores nos períodos subsequentes à incidência de baixas temperaturas. Enquanto as concentrações de MM e EE tenderam a aumentar no mesmo período. Essas observações são apenas empíricas e não foram analisadas estatisticamente, para ilustrar este fenômeno representamos graficamente os resultados (Lignina, Prod.MS, PB, MM e EE) do tratamento 14 dias em função das datas de coleta (Figura 6) para compará-los visualmente com o gráfico dos dados climáticos em função das mesmas datas (Figura 6).

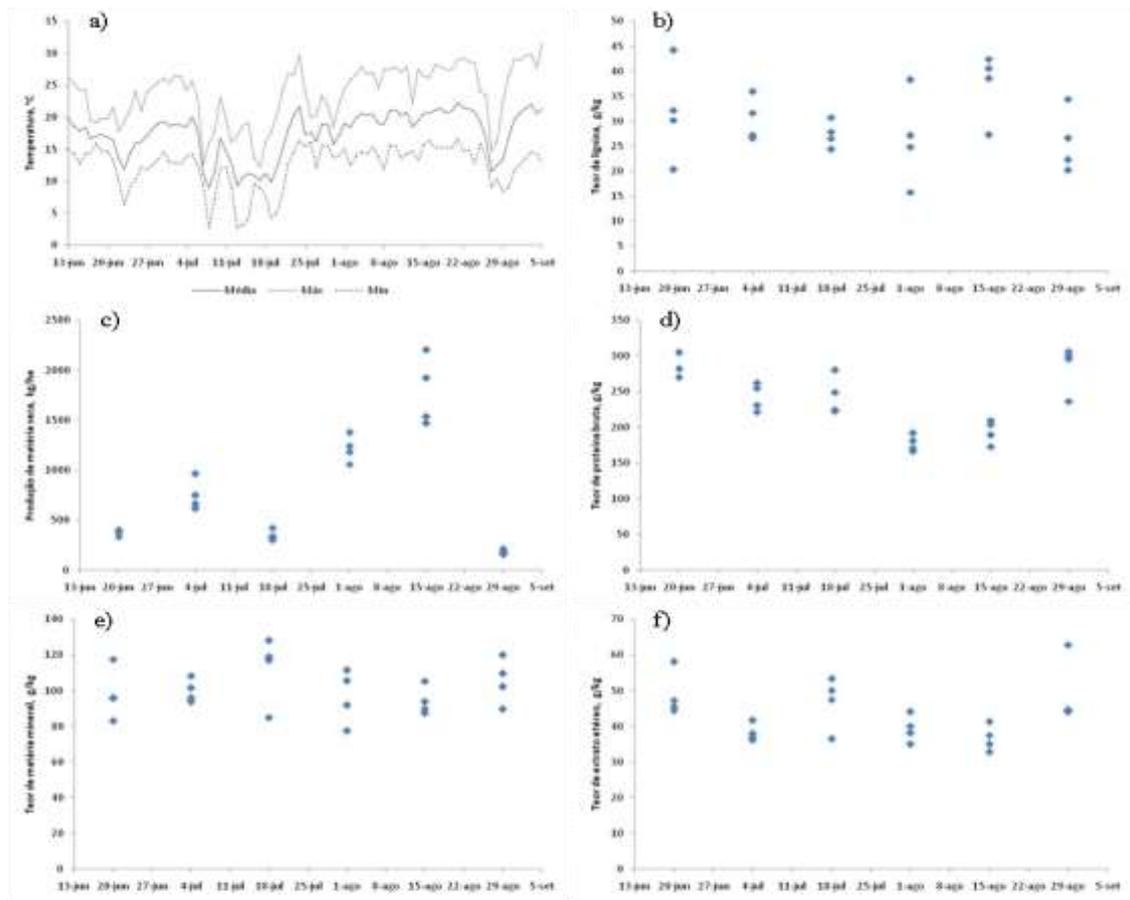


Figura 6: Eixo x – Datas de realização dos cortes (Dias); Eixo y – Gráfico: a) Temperatura (°C); b), d), e) e f) para teores de: Lignina, Proteína Bruta, Matéria Mineral e Extrato Etéreo (g/Kg de MS) respectivamente e gráfico c) para Produção de Matéria Seca (Kg/há). Representação não estatística dos resultados do tratamento 14 dias.

6. DISCUSSÕES

A utilização do modelo bicompartimental de Schofield (Schofield et al. 1994) para ajuste das curvas de produção de gás em função do tempo de incubação possibilitou a obtenção de valores coerentes para as estimativas dos parâmetros. (AZEVEDO, 2007) também obteve melhor ajuste para o modelo bicompartimental do que para o modelo de France e de Gompertz ao compará-los por meio do coeficiente de determinação (R^2), do quadrado médio do erro (QME) e do desvio médio absoluto dos resíduos (DMA) e da análise gráfica dos resíduos.

O parâmetro λ (latência) variou de 0,7459 a 3,3879 h ambos os valores se referem ao tratamento 14 dias de descanso. A latência é o tempo que decorre entre a incubação da amostra e o início da produção de gás oriundo da fermentação microbiana (Gomes et al., 2013) ela acontece devido ao período de adaptação dos microrganismos ao substrato, conhecido como tempo de colonização (TC). Esse período representa o tempo em que as bactérias colonizam o substrato para a posterior degradação, sendo assim, quanto mais curto este intervalo de tempo mais rápido será o início da degradação (MIRON et al., 2001; GOMES et al., 2013). Inicialmente Schofield et al. (1994) haviam demonstrado um modelo com duas latências, uma para cada tipo de carboidrato a ser fermentado pela microbiota (fibroso e não fibroso), entretanto, os autores sugerem que seja assumido que a latência é igual para ambos os substratos para reduzir de seis para cinco o número de parâmetros do modelo sem perder qualidade de ajuste. Detmann et al., (2009) relataram que a latência comum aos dois compartimentos da digestão pode ser relacionada à fração fibrosa a qual está diretamente relacionada a maior parte dos eventos envolvidos na latência. Ainda observaram que as maiores latências foram obtidas na mesma idade em que se obtiveram os maiores teores de lignina e FDNcp.

O menor valor do parâmetro k_1 (taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos) estimado foi de 0,0633 e o maior foi 0,1287. Estes dois valores foram encontrados para o tratamento 14 dias. Enquanto para o parâmetro k_2 (taxa de degradação dos carboidratos fibrosos) o menor valor foi 0,0156 no tratamento 28

dias e o maior 0,0257 para o tratamento 14 dias. Em todas as curvas ajustadas a estimativa de k_1 foi superior à de k_2 , conforme o esperado, ou seja, que os carboidratos não fibrosos degradem mais rapidamente que os fibrosos (SCHOFIELD et al, 1994, MALAFAIA et al., 1998). Apesar do k_1 não ter sofrido efeito dos dias de descanso o k_2 diminui linearmente com o aumento da maturidade da aveia. A diminuição da digestibilidade da parede celular das forrageiras ao longo do amadurecimento é bastante conhecida (VAN SOEST, 1994; PIRES et al., 2006; VIEIRA & FERNANDES, 2006; DAVID et al., 2010; VELASQUEZ et al., 2010) e um dos fatores associados a este fenômeno é o aumento na incrustação da lignina (VAN SOEST, 1994; NRC, 2001; TOMICH et al., 2003; SILVA et al., 2007; ARAUJO et al., 2010; SILVA, 2011b), contudo os teores de lignina encontrados não aumentaram em função dos dias de rebrota.

Henriques et al. (2007), avaliaram a cinética de degradação ruminal dos capins setária (*Setaria anceps* Stapf), hemarthria (*Hemarthria altissima* [Poir] Stapf. & Hubbard), angola (*Brachiaria purpurascens* [Raddi] Henr.) e acrocere (*Acroceras macrum* Stapf.) quanto às suas frações de carboidratos e verificaram que alterações nos mecanismos morfofisiológicos das plantas sugerem que, à medida que a idade da planta avança, ocorre redução das proporções de carboidratos potencialmente degradáveis, corroborando com a redução em k_2 com a elevação da idade de corte.

É importante fornecermos aos ruminantes dietas com balanceamento adequado entre carboidratos fibrosos (CF) e não fibrosos (CNF), evitando que altas concentrações de CNF, cuja taxa de degradação é mais elevada, causem um pico de fermentação que acarretaria em uma diminuição brusca do pH ruminal. Segundo Van Soest (1994), valores de pH abaixo de 6,2 comprometem a digestão da fibra no rúmen, pois prejudicam o desenvolvimento das bactérias que degradam CF.

.As estimativas dos parâmetros Vf_1 (volume total de gases produzidos pela degradação dos carboidratos não fibrosos) e Vf_2 (volume total de gases produzidos pela degradação dos carboidratos fibrosos) variaram de 9,7354 a 22,0336 e de 7,8415 a 22,1152, respectivamente. Sendo os menores valores para 14 dias de descanso e os maiores para 28 dias para ambos os parâmetros citados. Na maioria das curvas ajustadas o valor de Vf_1 foi maior do que o de Vf_2 , mas em algumas curvas (14 no total) a estimativa de Vf_1 foi inferior a do Vf_2 . Os valores de Vf_1 e Vf_2 corroboram com os valores encontrados por MALAFAIA et al., (1998) em que

analisando os capins: elefante, brizanta e decumbens encontraram valores estimados para o parâmetro Vf_1 de: 11,67; 20,51 e 26,42 e para o parâmetro Vf_2 : 41,20; 33,77 e 43,85 respectivamente, sendo realmente o esperado para esta avaliação, pois com os capins utilizados pelos autores espera-se que os valores de Vf_2 sejam superiores aos encontrados para a aveia, devido a diferença relativa entre os teores de fibra.

Os teores de MS e FDN apresentaram crescimento linear em função do intervalo de rebrota. Isto é o esperado para forrageiras, pois com o avançar da idade reduz-se o teor de água das células vegetais (SILVA, 2012) e aumenta a concentração de fibra na parede celular (VAN SOEST, 1994; JUNG & ALLEN, 1995; PRIMAVESI et al., 2001; PACIULLO, 2002; PACIULLO et al., 2002; FEROLLA et al., 2008; CASTRO et al., 2010). A fibra pode ser definida em termos da nutrição de ruminantes como a fração do alimento que ocupa espaço no trato gastrintestinal por possuir taxa de degradação mais lenta ou igual à zero, no caso da fibra indigerível (VAN SOEST, 1994; VIEIRA & FERNANDES, 2006). Os animais ruminantes são os mais eficientes em aproveitar a fibra como fonte de energia (VAN SOEST, 1994), segundo Mertens (1987) e Jung & Allen, (1995) a fibra é um dos principais fatores, em conjunto com a concentração de energia, a influenciar a digestibilidade e o consumo de matéria seca desses animais. Além disso, um consumo mínimo de fibra é recomendado para manter o pH ruminal em níveis normais (RUSSEL, 1992; NRC, 2001) sendo, portanto, imprescindível quantificá-la nas forrageiras.

A concentração de PB diminuiu linearmente com o aumento do período de descanso da aveia. Gerdes et al., (2002) ao trabalharem com o capim-tanzânia relataram que a lâmina foliar possui maiores teores de PB do que as hastes devido à presença de tecidos vegetais relacionados ao processo de fotossíntese das folhas, também evidenciado por VAN SOEST (1994). Estes tecidos vegetais são ricos em cloroplastos, organelas responsáveis pela fotossíntese e rica em proteínas na forma de enzimas, além de células com paredes celulares delgadas e não lignificadas (PACIULLO, 2002). Dessa forma, o aumento na idade ao corte pode resultar em menor teor de PB pela diminuição do percentual de folhas e conteúdo celular da forrageira (BUXTON, 1996), pois em decorrência do avanço do estágio fisiológico da planta ocorre fases de diferenciação em que diminui a proporção folha/colmo. Castro et al., (2010) observaram correlação negativa entre PB e Matéria Seca da Haste

(MSH) e correlação positiva entre PB e Matéria Seca Foliar (MSF). Com isso, faz-se necessário compreender as fases fenológicas das forrageiras para identificar o momento certo de se realizar o corte ou pastejo, obtendo melhor qualidade nutricional da pastagem e conseqüente melhor desempenho dos ruminantes. Vale ressaltar sobre a importância de se fornecer um mínimo de PB para a manutenção da fermentação microbiana normal no rúmen. Segundo Van Soest (1994), valores de PB menores que 6% da MS total da dieta reduzem a atividade microbiana devido à deficiência de nitrogênio, o que influencia, conseqüentemente, o consumo voluntário e o coeficiente de digestibilidade da forrageira.

Outro fator que pode exercer influência sobre o teor de PB da aveia é a temperatura, Camargos (2002) relatou que, de modo geral, plantas submetidas a baixas temperaturas e a dias curtos, apresentam inibição da enzima nitrato-redutase, que catalisa a conversão do nitrato absorvido pelas raízes, a nitrito, que, posteriormente, na forma de amônia, servirá de substrato para síntese de aminoácidos, que, por sua vez, resultarão em expansão da parte aérea da planta. Este fato pode ser observado na (Figura 6) em que o corte subsequente aos períodos em que ocorreu uma diminuição da temperatura apresentaram teor de PB menor do que nos demais cortes. Entretanto, devemos alertar que estes valores não foram analisados estatisticamente, mas são observações que achamos pertinentes para futuros estudos.

A regressão cúbica do EE em função dos dias de descanso pode ser um indicativo de que esta variável apresentou um comportamento sigmoide decrescente. Segundo Van Soest (1994) a maior parte do EE das folhas das forrageiras é formado por galactolipídios e o restante é composto por ceras, clorofila e outras substâncias solúveis em éter. A degradação ruminal dos galactolipídios resulta na liberação de ácidos graxos, glicerol e galactose. Sendo que apenas, os ácidos graxos poderiam ser multiplicados pelo fator de 2,25 utilizado no cômputo do NDT. O glicerol e a galactose são fontes de energia para a microbiota, enquanto os ácidos graxos são normalmente biohidrogenados no rúmen e posteriormente absorvidos no intestino delgado. Entretanto, as ceras, a clorofila e as demais substâncias solúveis em éter perfazem em torno de 39% do total do EE das folhas e não contribuem para o fornecimento de energia para microbiota do rúmen nem para o próprio metabolismo dos ruminantes. Talvez, por esse motivo e pelo fato do teor

de EE das forrageiras (com exceção das sementes das plantas oleaginosas, comumente usadas na confecção de alimentos concentrados) ser bastante reduzido (em torno de 3%) a maioria dos trabalhos que encontramos sobre pastagens não determinaram a concentração de EE (GRISE et al., 2001; FEROLLA, 2005; MOREIRA et al., 2007; DEMÉTRIO et al., 2009; GRECO et al., 2011; SILVA, 2011b; DEMÉTRIO et al., 2012; GROLLI et al., 2012; SOARES et al., 2013). Mas, apesar de todas as peculiaridades deste nutriente achamos importante quantificá-lo para que tenhamos mais informações sobre a cultivar IPR 126, corroborando com os resultados obtidos por TAFFAREL et al., (2013) que encontraram para Aveia IPR 126; Trigo BRS Tarumã e Triticale valores médios de EE de: 38,1; 38,7 e 30,6 g kg⁻¹ MS respectivamente, que se assemelharam à média geral obtida neste trabalho de 38,98 g kg⁻¹ MS.

A produção de matéria seca diminuiu linearmente em função do aumento do intervalo de rebrota, o que já era esperado devido ao avanço no estágio fenológico no momento do corte em relação aos cortes de menor período de descanso da pastagem. Com o maior período de descanso da pastagem o estágio fenológico da planta também está mais avançado, com isto, a taxa de rebrota fica comprometida. A prod. MS total neste experimento apresentou valores de: 4641,75; 1925; 1475,25 e 396,25 kg.ha⁻¹ para os tratamentos de: 14; 21; 28 e 35 dias de descanso respectivamente. Moreira et al. (2007) estudando aveia preta pastejada até sobrar um resíduo de 20 cm encontraram produção de matéria seca variando de 3650 a 4260 kg.ha⁻¹ e SILVA (2011b) avaliando aveia branca cortada com 15 a 20 cm de altura encontrou produções de MS entre 3591 e 3644 kg.ha⁻¹. Ou seja, com exceção do tratamento 14 dias, a produção de MS da aveia IPR 126 no presente estudo ficou abaixo do esperado. A produção da aveia, provavelmente, foi influenciada pelos efeitos climáticos, em que, no começo do período houve alta incidência de chuvas prolongadas, o que acarretou no aparecimento de um fungo (não identificado), o qual ocasionou uma redução na prod. MS e provavelmente tenha prejudicado o desenvolvimento, principalmente, do tratamento 35 dias que apresentou valor de prod. MS abaixo dos outros tratamentos. Na fase final do experimento ocorreu um período de 35 dias sem chuvas, o que provavelmente interferiu na taxa de rebrota e na qualidade da aveia.

Segundo Harrison et al., (1994); Van Soest (1994) e Henriques et al., (2007), fatores ambientais influem diretamente na qualidade da forragem e muitas vezes pode interferir no crescimento das folhas afetando principalmente a fotossíntese.

7. CONCLUSÃO

Períodos de descanso menores proporcionaram melhor qualidade nutricional da aveia, como era de se esperar. Contudo, ao contrário do esperado o período de descanso de 14 dias apresentou a maior produção de matéria seca. Este resultado pode ter sido consequência das variações climáticas atípicas para o período do ano na região Sudoeste do Paraná.

8. REFERÊNCIAS

ABREU, Matheus L. C. **Avaliação nutricional da cunhã (*Clitoria ternatea L.*) em diferentes idades de corte**. 2012. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2012.

ALVES, S. J.; MORAES, A. de; CANTO, M. W. do; et al. **Espécies forrageiras recomendadas para produção animal**. Disponível em: <www.fundepecpr.org.br/tev/palestras/palestra10.doc> Acesso em: 15 outubro de 2013.

ALVIM, M. J.; COSER, A. C. Aveia e Azevém anual: Recursos Forrageiros para a época seca. In: *Pastagens para Gado de Leite em regiões de influência da Mata Atlântica*. Coronel Pacheco: **EMBRAPA**. p. 83-107, 2000.

ANDRADE, I. F.; GOMIDE, J. A. Curva de crescimento e valor nutritivo do capim – elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), A-146 Taiwan. **Revista Ceres**, Viçosa, v.18, n.100, p. 431-447, 1971.

ARAÚJO, S. A. C; DEMINICIS; B. B. CAMPOS, P. R. S. S. Melhoramento genético de plantas forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Archivos de Zootecnia** 57 (R): 61-76. 2008.

ARAUJO, Saulo A. do C.; VÁSQUEZ, Hernán M.; SILVA, José F. C. et al. Degradação ruminal e estimativa de consumo de genótipos de capim-elefante anão. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.39, n.1, pp. 18-24. 2010.

AZEVEDO, Marcia M. R. **Parâmetros cinéticos da fermentação ruminal do pseudofruto de cinco clones de cajueiro pela técnica in vitro semiautomática de produção de gases**. 44f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2007.

BIANCHINI, Waldmaryan; SILVEIRA, Antonio C.; JORGE, André M.; et al. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2109-2117, 2007.

BONA FILHO, A. **Integração lavoura x pecuária com a cultura do feijoeiro e pastagem de inverno, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e**

nitrogênio. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2002. 105p. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, 2002.

BORTOLINI, Patrícia C.; MORAES, Anibal; CARVALHO, Paulo C. F. Produção de forragem e de grão de aveia branca sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p. 2192-2199, 2005.

BRAGA, Gustavo J. Sequestro de carbono em pastagens cultivadas. **Pesquisa & Tecnologia**, v.7, n.1, 2010. Disponível em: <http://www.apta regional.sp.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=765&Itemid=284>. Acesso em: 25 de junho de 2013.

BRITO, Claudio J. F. A.; RODELLA, Roberto A.; DESCHAMPS, Francisco C. Perfil químico da parede celular e suas implicações na digestibilidade de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, n. 6, p. 1835-1844, 2003.

BUENO, I. C. S.; CABRAL FILHO, S.L.S.; GOBBO, S.P. et al. Influence of inoculum source in a gas production method. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 123–124, p. 95–105, 2005.

Burnham Kenneth P. and Anderson David R. Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. **Sociological Methods Research**. v.33, p. 261-304, 2004.

BUXTON, D.R. Quality related-characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. **Animal Feed Science Technologic.**, v.59, p.37-49, 1996.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; MALAFAIA, P.A.M. et al. Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2087-2098, 2000.

CAMARGOS, L.S. **Análise das alterações no metabolismo do nitrogênio em *Canavalia ensiformes* (L.) em resposta a variações na concentração de nitrato fornecida**. 2002. 44f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

CÂNDIDO, Magno J. D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C.A.M. et al. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 34, n. 5, p. 1459-1467, 2005.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M. et al. Degradabilidade ruminal do feno de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Agrociência**, n.1, v.12, p.81-85, 2006.

CARVALHO, D. B. de; BELLO, M.; MORAES, A. de; et al. Desenvolvimento de pastagens em integração lavoura-pecuária na região de Guarapuava – PR. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 11-19, jan./mar. 2008.

CARVALHO, P.C.F.; SANTOS, D.T.; MORAIS, A. et al. Forrageiras de Clima Temperado. In: FONSECA, Dilermando M.; MARTUSCELLO, Janaina A. (Ed.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, cap.15, p. 494-537, 2010.

CASTRO, G.H.F.; RODRIGUEZ, N.M.; GONCALVES, L.C. et al.. Características produtivas, agronômicas e nutricionais do capim-tanzânia em cinco diferentes idades ao corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. vol.62, n.3, p. 654-666, 2010.

CEDEÑO, J.A.G.; ROCHA, G.P.; PINTO, J.C. et al. Efeito da idade de corte na performance de três forrageiras do gênero *Cynodon*. **Ciência Agrotecnica**, Lavras. V.27, n.2,p.462-470, mar./abr. 2003.

Companhia nacional de abastecimento – **CONAB**. Disponível em<<http://www.conab.gov.br/cgi-bin/htsearch?config=htdig&method=and&format=build-in-long&sort=score&exclude=viaconab&words=produ%E7%E3o+de+aveia>>. Acesso em: 30 de julho de 2013.

CÓRDOVA, U. A. **Melhoramento e manejo de pastagens naturais no Planalto Catarinense**. Florianópolis: Grafine, cap.1, p.37-105. 2004.

DABO, S.M.; TALIAFERRO, C.M.; COLEMAN, S.W. et al. Yield and digestibility of old world bluestem grasses as affected by cultivar, plant, part, and maturity. **Journal Range Management**. v. 40, p. 10-15, 1987.

DAVID, Diego B.; NÖRNBERG, José L.; AZEVEDO, Eduardo B. et al. Nutritional value of black and white oat cultivars ensiled in two phenological stages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.7, p.1409-1417, 2010.

DEMETRIO, José V. Rendimento de biomassa de genótipos de aveia submetidos a diferentes épocas de corte no sistema de integração lavoura pecuária. 2009.

DEMÉTRIO, José V.; COSTA, Antônio C. T.; OLIVEIRA, P. S. R. Produção de biomassa de cultivares de aveia sob diferentes manejos de corte. **Pesq. Agropec. Trop., Goiânia**, v. 42, n. 2, p. 198-205, abr./jun. 2012

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p. 1479-1486, 2006.

DETMANN, Edenio; PAULINO, Mário. F.; VALADARES FILHO, Sebastião. C. Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? Uma abordagem conceitual. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, v.6, p. 21-51, 2008.

DETMANN, Edenio.; COELHO da SILVA, José F.; VÁSQUEZ, Hernán M. et al. Cinética da degradação ruminal dos carboidratos de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada: técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.38, n.1, p.149-158, 2009.

EUCLIDES, V.P.B.; THIAGO, L.R.L.S.; MACEDO, M.C.M. et al. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 28, n. 6, p. 1177-1185, 1999.

EUCLIDES, V.P.B.; CARDOSO, E.G.; MACEDO, M.C.M. et al. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 29, n. 6, Suplemento 2, p. 2200-2208, 2000.

FEROLLA, Fernando S. **Avaliação forrageira da Aveia-preta (*Avena strigosa*. Schreb.) e Triticale (*Xtriticosecale*. Wittimack) sob corte e pastejo em diferentes épocas de plantio no Norte do Estado do Rio de Janeiro**. 100f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Universidade Estadual Do Norte Fluminense - Campos dos Goytacazes – RJ agosto – 2005.

FEROLLA, Fernando S.; VÁSQUEZ, Hernán M.; COELHO DA SILVA, José F. et al. Composição bromatológica e fracionamento de carboidratos e proteínas de aveia-preta e triticales sob corte e pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.2, p.197-204, 2008.

FERREIRA, G.D.G.; SANTOS, G.T.; CECATO, U. et al. Composição química e cinética da degradação ruminal de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades ao corte. **Acta Scientiarum**. v. 27, n. 2, p. 189-197, 2005.

FLOSS, E. L.; FLOSS, L. G. Cultivo de aveia em sistema de produção. **Revista Plantio Direto**, ed. 97, Passo Fundo, RS. jan-fev, 2007. Disponível em: < http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=775 > Acesso em: 12 jan. 2009.

FONSECA, Dilermo M.; SANTOS, Manoel E. R.; MARTUSCELLO, Janaina A. Importância das Forrageiras no Sistema de Produção. In: FONSECA, Dilermando M.; MARTUSCELLO, Janaina A. (Ed.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, cap.1, p. 13-29, 2010.

GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T. et al. Características morfológicas, agrônômicas e de valor nutritivo no período de estabelecimento das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia. **Bol. Ind. Anim.**, v.59, p.147-155, 2002.

GERDES, Luciana; MATTOS, Herbert B.; WERNER, Joaquim C. et al. Características do Dossel Forrageiro e Acúmulo de Forragem em Pastagem Irrigada de Capim-Aruana Exclusivo ou Sobre-Semeado com uma Mistura de Espécies Forrageiras de Inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1088-1097, 2005.

GETACHEW, G.; ROBINSON, P. H.; DEPETERS, E. J. et al. 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.

GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis**. Agricultural handbook n.379. U.S.D.A., Washington, 1970.

GOMES, Jorge F.; REIS, José C. L. Produção de Forrageiras Anuais de Estação Fria no Litoral do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.668-674, 1999.

GOMES, G.M.F. VASCONCELOS, A.M.; EGITO, A.S. et al. Degradabilidade in situ do bagaço de cana-de-açúcar para pequenos ruminantes de raças naturalizadas do Nordeste brasileiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. vol.65, n.6, pp. 1792-1800, 2013.

GRECCO, Fabiola C. A. R.; CUNHA FILHO, Luiz F. C.; OKANO, Werner. et al. Produtividade e composição química de gramíneas temperadas na cidade de arapongas-PR. **Colloquium Agrariae**. v. 7, n.1, p. 17-23, Jan-Jun. 2011.

GRISE, M.M.; CECATO, U.; MORAES, A. et al. Avaliação da composição química e da digestibilidade in vitro da mistura aveia IAPAR 61 (*Avena strigosa* Schreb.) + ervilha forrageira (*Pisum arvense* L.) em diferentes alturas sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.659-665, 2001.

GROLLI, Fernando L.; GAI, Vivian F.; Oliverira, Elir de. Matéria seca de aveia em cortes sucessivos. **Acta Iguazu, Cascavel**, v.1, n.2, p. 75-79, 2012.

HALL, M.B., MERTENS, D.R. In vitro fermentation vessel type and method alter fiber digestibility estimates. **Journal Dairy Science**. v.91, p. 301-307, 2008.

HARRISON, J.H.; BLAUWIEKEL, R.; STOKES, M.R. Fermentation and utilization of grass silage. **Journal Dairy Science**. v.77, p.3209-3235, 1994.

HENRIQUES, Lara T.; COELHO da SILVA, J.F.; DETMANN, E. et al. Frações dos carboidratos de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.730-739, 2007.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. 2005. Disponível em:
< <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863%20-%2047k>
>. Acesso em 10 de agosto de 2013.

IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná. Os múltiplos usos da Aveia branca IAPAR 126. 2007. Disponível em: < <http://www.iapar.br/modules/noticias/article.php?storyid=16>>. Acesso em: 22 de julho 2013.

IFPR. Instituto Federal do Paraná. ADAMI, Paulo, F.; PITTA, Christiano, S.R. (Ed.). **Pastagem e Bovinocultura de Leite**. 2012.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, Estação Automática Dois Vizinhos/PR, 2014. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2014.

JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**. V. 73, p. 2774-2790, 1995.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Uso da aveia como planta forrageira**. Embrapa, Campo Grande, MS, dez. 2000, n.45.

KOZLOSKI, Gilberto V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: 1ª Ed. UFSM – Universidade Federal de Santa Maria, 2002. p. 140.

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.

LADEIRA, Marcio M. et al. Avaliação do feno de Arachis pintoi utilizando o ensaio de digestibilidade in vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p. 2350-2356, 2002.

LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W. et al. O. **SAS® for Mixed Models**. SAS Institute Inc., Cary, 2006.

MAACK, Reinhard. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba: **Banco de Desenvolvimento do Paraná**, p.350, 1968.

MACHADO, A.O.; CECATO, U.; MIRA, R.T. et al. Avaliação da composição química e digestibilidade in vitro da matéria seca de cultivares e acessos de Panicum maximum Jacq. Sob duas alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 27, n. 5, p. 1057-1063, 1998.

MALAFAIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.M. et al. Cinética Ruminal de Alguns Alimentos Investigada por Técnicas Gravimétricas e Metabólicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.27, n.2, p.370-380, 1998.

MEINERZ, G.R.; OLIVO, C.J.; FONTANELI, R.S. et al. Valor nutritivo da forragem de genótipos de cereais de inverno de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.40, n.6, pp. 1173-1180, 2011.

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

MERTENS, D.R. Rate and extent of digestion. Chap. II. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Eds.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. CAB International, Cambridge University Press, Cambridge, p.13-51, 1993.

MERTENS, D.R.; ALLEN, M.; CARMANY, J. et al. Gravimetric Determination of Amylase-Treated Neutral Detergent Fiber in Feeds with Refluxing in Beakers or Crucibles: Collaborative Study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p. 1217-1240, 2002.

MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2.ed. Wallingford: CABI Publishing, p.13-47, 2005.

MIRON, J.; BEN-GHEDALIA, D.; MORRISON, M. Invited Review: Adhesion mechanisms of rumen cellulolytic bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1294-1309, 2001.

MISLEVY, P. Jiggs a potencial bermuda Grass for central Florida. Disponível em: (<http://rcrec-ona.ifas.ufl.edu/pdf/publications/ona-reports/2002/July-2002.pdf>). Acessado em: 09/02/2013

MISTURA, C.; FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M. da. et al. Disponibilidade e qualidade do capim-elefante com e sem irrigação adubado com nitrogênio e potássio na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.372-379, 2006.

MISTURA, Claudio; FONSECA, Dilermando M.; MOREIRA, Luciano de M. et al. Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição químico-bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira de capim-elefante sob pastejo. **Revista brasileira de zootecnia**, v.36, n.6, p.1707-1714, 2007.

MORAES, A.; LANG, C. R.; ALVES, S. J. et al. Integração agropecuária em sistema plantio direto: integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 9., 2004, Chapecó. **Anais...** Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2004. p. 19-22.

MOREIRA, A. L.; REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C. Avaliação de forrageiras de inverno irrigadas sob pastejo. **Ciência Agrotecnológica**, v. 31, n. 6, p. 1838-1844, 2007.

MOREIRA, P.C.; REIS, R.B.; REZENDE, P.L.P. et al. Produção cumulativa de gases e parâmetros de France avaliados pela técnica semi-automática in vitro de fontes de carboidratos de ruminantes. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 452-462 abr/jun, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **NUTRIENT REQUERIMENTS OF DAIRY CATTLE**. 7th. ed. Washington: National Academy Press, p. 381. 2001.

OLIVEIRA, M.D.S.; VIEIRA, P.F.; SOUZA, A. et al. Efeito de métodos de coleta de fluido ruminal sobre a digestibilidade in vitro de alguns nutrientes de ração para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 22, n. 5, p. 794-800, 1993.

OLIVEIRA, M.D.S.; SAMPAIO, A.A.M.; VIEIRA, P.F. et al. Efeito de métodos de coleta de fluido ruminal em bovinos sobre alguns parâmetros ruminais e microbiológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 34, n. 5, p. 867-871, 1999.

OLIVEIRA, E. de; MEDEIROS, G. B., MARUN, F. et al. **Recuperação de Pastagens no Noroeste do Paraná – bases para plantio direto e integração lavoura e pecuária**. Londrina: IAPAR, 2000. 96p. (IAPAR. Informe da Pesquisa, 132).

OLIVEIRA, E. de. Opções de forrageiras de entressafra e inverno em sistema de integração lavoura e pecuária. In: II Sul-leite Simpósio sobre sustentabilidade da pecuária leiteira na região sul do Brasil, Toledo, 2002. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO-NUPEL, 2002 p.189-205.

OLIVEIRA, P. P. A.; PRIMAVESI, A. C.; CAMARGO, A. C. de. **Recomendação da sobressemeadura de aveia em pastagens tropicais ou subtropicais irrigadas**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005, 7p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado Técnico, 61).

OLIVEIRA, A.I.; JAYME, D.G.; BARRETO, A.C.; et al. Produção média de leite de vacas girolando mantidas em pastejo rotacionado de tifton 85 com e sem irrigação no período chuvoso. **II seminário iniciação científica – IFTM**, Campus Uberaba, MG. 20 de outubro de 2009.

OLIVEIRA, Leandro Barbosa; PIRES, Aureliano José Vieira; VIANA, Anselmo Eloi Silveira; et al. Produtividade, composição química e características agrônômicas de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2604-2610, 2010

ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, n.2, p.499, 1979.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S. et al. Correlações entre componentes anatômicos, químicos e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de gramíneas forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30, n. 3, p. 955-963, 2001

PACIULLO, D.S.C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v.32, p.357-364, 2002.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; SILVA, E.A.M. Degradação *in vitro* de tecidos da lamina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.900-907, 2002.

PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. **Journal Dairy Science**, v.76, n. 9, p. 1063-1073, 1993.

PELL, A.N., SCHOFIELD, P. STONE, W.C. Rates of digestion of feeds measured *in vitro* with computers. CORNELL NUTRITION CONFERENCE. **Proceedings**. Cornell University. p.74-81, 1994.

PIN, Edison A.; SOARES, André B.; POSSENTI, Jean C. et al. Forage production dynamics of winter annual grasses sown on different dates. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.509-517, 2011.

PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da fração fibrosa e da proteína bruta de forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. vol.41, n.4, pp. 643-648, 2006.

PRESTON, R.L. Typical composition of feed for cattle and sheep. **Feed Composition Guide**, v.35, n.6, 1999.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CHINELATO, A. et al. Indicadores de determinação de cortes de cultivares de aveia forrageira. **Scientia Agrícola**, v.58, n.1, p.79-89, 2001.

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

RIZZI, Sabrina P. **Caracteres morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de aveia branca**. Passo Fundo, RS: UPF, 2004. 97p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Passo Fundo, 2004.

ROCHA JR. V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, Á.M. et al. Determinação do Valor Energético de Alimentos para Ruminantes pelo Sistema de Equações. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.2, p.473-479, 2003.

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

RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 3551-3561, 1992.

RYMER, C.; HUNTINGTON, J. A.; WILLIAMS, B. A. et al. 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.

SCHOFIELD, P., PITT, R.E. PELL, A.N. Kinetics of fiber digestion from in vitro gás production. **Journal Dairy Science**. v.72, n. 11, p. 2980-2991, 1994.

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

SILVA, P.A.; VALADARES FILHO, R.F.D.; CECON, P.R. et al. Valor energético do capim-elefante em diferentes idades de rebrota e estimativa da digestibilidade in vivo da fibra em detergente neutro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.711-718, 2007.

SILVA, Francieli B. **Qualidade nutricional sob corte, pastejo com diferentes alturas de manejo**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, P. 79, 2011a.

SILVA, Francieli B. **Qualidade nutricional da aveia sob corte, pastejo e feno com diferentes alturas de manejo**. Marechal Cândido Rondon, PR: UNIOESTE, 66p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2011b.

SILVA, Ana T. V. C.; NEVES, Tárík G.; ZUCCHI, Marcelo R. et al. Avaliação da senescência foliar de plantas de *Jatropha curcas* L. submetidas a doses de benzilaminopurina. **Revista Agrotecnologia, Anápolis, GO, PrP/UEG**. Revista Agrotecnologia, Anápolis, v.3, n.1, p.1-19, 2012.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.

SOARES, André B.; PIN, Edison A.; POSSENTI, Jean C. Valor nutritivo de plantas forrageiras anuais de inverno em quatro épocas de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.1, p.120-125, jan, 2013.

SOUZA, F.H.; PEREIRA, V.A.S.; CASTAGNARA, D.D. et al. Altura do dossel forrageiro e relação folha/colmo das aveias IAPAR 61 e IPR 126 em três épocas de semeadura na região oeste do Paraná. Zootec, 2009. **Associação Brasileira do Zootecnista**. Águas de Lindóia-SP. USP. 2009.

TAFERNABERRI Jr, V.; DALL'AGNOL, M.; MONTARDO, D.P. et al. Avaliação agrônômica de linhagens de aveia-branca em duas regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.41, n.1, pp. 41-51. 2012.

TAFFAREL, Loreno E.; CAVILHÃO, Cristiani.; PIANO, Jeferson T. et al. Influência do pastejo na composição bromatológica da forragem de aveia IPR 126, triticales IPR 111 e trigo BRS Tarumã. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-pecuaria-corte/nutricao/artigos/influencia-pastejo-composicao-bromatologica-t1809/141-p0.htm>> Acesso em: 03 de maio de 2014.

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

TOMICH, T.R.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M. et al. Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. vol.55, n.6, pp. 747-755, 2003

TONANI, F.L.; RUGGIERI, A.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Degradabilidade ruminal in situ da matéria seca e da fibra em detergente neutro em silagens de híbridos de sorgo colhidos em diferentes épocas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.1, p.100-104, 2001.

VALENTIN, S.F.; WILLIAMS, P.E.V.; FORBES, J.M. et al. Comparison of the in vitro gas production technique and the nylon bag degradability technique to measure short and long term processes of degradation of maize silage in dairy cows. **Animal Feed Science Technology**, v. 78, n. 1-2, p.81-99. 1999.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. A laboratory Manual for Animal Science 613. Cornell University, 1985. 202p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, p. 476, 1994.

VELÁSQUEZ, P.A.T.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. et al. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1206-1213, 2010.

VIEIRA, R.A.M.; FERNANDES, A.M. A importância de estudos quantitativos associados à fibra para a nutrição e a alimentação de ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, p.258-290. 2006.

WHITEMAN, P. C. New York: Oxford University Press, **Tropical Pasture Science**. p. 392, 1980.

9. Anexos

Anexo 1: Produção de Matéria Seca (Prod. MS), teores de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (FDN), Fibra Insolúvel em Detergente Ácido (FDA), Lignina (LIG) e Matéria Mineral (MM) da aveia branca IPR 126 de acordo com cada corte em seu respectivo Tratamento (Trat.).

| Data do corte | Trat. | Corte | bloco | Prod. MS ¹ | MS ² | PB ³ | EE ³ | FDN ³ | FDA ³ | LIG ³ | MM ³ |
|---------------|-------|-------|-------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 20/jun | 14 | 1 | 1 | 334 | 109,1 | 281,7 | 58,2 | 419,8 | 266,5 | 44,2 | 95,9 |
| 20/jun | 14 | 1 | 2 | 400 | 106,8 | 305 | 47,3 | 424,1 | 264,3 | 32,2 | 117,5 |
| 20/jun | 14 | 1 | 3 | 380 | 115,1 | 305,3 | 44,4 | 432,6 | 261 | 30,2 | 82,9 |
| 20/jun | 14 | 1 | 4 | 383 | 111,7 | 269,7 | 45,5 | 419,5 | 260,1 | 20,3 | 95,7 |
| 4/jul | 14 | 2 | 1 | 618 | 105,3 | 261,8 | 36,9 | 444,6 | 299,3 | 31,7 | 108,3 |
| 4/jul | 14 | 2 | 2 | 965 | 102 | 221,8 | 41,6 | 481,5 | 307,1 | 27,2 | 93,8 |
| 4/jul | 14 | 2 | 3 | 747 | 108,8 | 230,4 | 38 | 465,8 | 294,4 | 26,6 | 101,4 |
| 4/jul | 14 | 2 | 4 | 663 | 110,1 | 254,7 | 36,2 | 397,8 | 287,7 | 35,9 | 95,9 |
| 18/jul | 14 | 3 | 1 | 321 | 111,6 | 279,9 | 50 | 467,5 | 291,2 | 27,9 | 116,9 |
| 18/jul | 14 | 3 | 2 | 302 | 96,9 | 249,2 | 53,3 | 526,6 | 340,3 | 26,6 | 118,8 |
| 18/jul | 14 | 3 | 3 | 423 | 111,9 | 222,7 | 36,4 | 458,8 | 323,8 | 24,4 | 128 |
| 18/jul | 14 | 3 | 4 | 333 | 120,8 | 223,7 | 47,5 | 472,8 | 278,7 | 30,8 | 85 |
| 1/ago | 14 | 4 | 1 | 1379 | 119 | 166,7 | 35 | 517,2 | 327,3 | 24,9 | 105,6 |
| 1/ago | 14 | 4 | 2 | 1180 | 112,7 | 180,8 | 44,1 | 514,2 | 302,9 | 27,2 | 91,8 |
| 1/ago | 14 | 4 | 3 | 1060 | 102,2 | 171,4 | 38,2 | 507,1 | 340 | 15,8 | 111,4 |
| 1/ago | 14 | 4 | 4 | 1240 | 107,8 | 191,7 | 40,1 | 502 | 329,5 | 38,3 | 77,4 |
| 15/ago | 14 | 5 | 1 | 1471 | 100,9 | 209,9 | 32,8 | 534,3 | 390,9 | 42,4 | 89,8 |
| 15/ago | 14 | 5 | 2 | 2204 | 114,5 | 189,1 | 35 | 572,5 | 349,2 | 40,5 | 87,4 |
| 15/ago | 14 | 5 | 3 | 1920 | 112,3 | 173,1 | 37,5 | 643 | 366,1 | 38,6 | 105,3 |
| 15/ago | 14 | 5 | 4 | 1533 | 113,4 | 203,9 | 41,3 | 600,5 | 316,3 | 27,3 | 93,8 |
| 29/ago | 14 | 6 | 1 | 166 | 111,3 | 300,8 | 44,1 | 465,1 | 277,4 | 22,3 | 120,1 |
| 29/ago | 14 | 6 | 2 | 176 | 114,1 | 295,8 | 62,9 | 492,8 | 281,5 | 26,6 | 102,2 |
| 29/ago | 14 | 6 | 3 | 211 | 113,4 | 306,3 | 44,4 | 493,4 | 284,7 | 20,2 | 109,7 |
| 29/ago | 14 | 6 | 4 | 158 | 121,7 | 236,5 | 44,7 | 489,3 | 271,6 | 34,5 | 89,7 |
| 27/jun | 21 | 1 | 1 | 394 | 109,9 | 307,5 | 51,5 | 561,3 | 305,2 | 30,6 | 125,7 |
| 27/jun | 21 | 1 | 2 | 490 | 130 | 259,9 | 52,9 | 530,4 | 267,9 | 21,3 | 101,2 |
| 27/jun | 21 | 1 | 3 | 502 | 122,6 | 276,1 | 43,7 | 472,4 | 293,4 | 23,3 | 139,8 |
| 27/jun | 21 | 1 | 4 | 490 | 122,4 | 280,7 | 27,9 | 472,8 | 290,7 | 19,7 | 88,1 |
| 18/jul | 21 | 2 | 1 | 314 | 112,4 | 308,8 | 53,1 | 536,7 | 288,4 | 33,8 | 103,8 |
| 18/jul | 21 | 2 | 2 | 305 | 116,1 | 272,8 | 48,4 | 496,7 | 256,1 | 27,5 | 100,6 |
| 18/jul | 21 | 2 | 3 | 393 | 119,4 | 275,1 | 49 | 512,5 | 398 | 27,4 | 107,1 |
| 18/jul | 21 | 2 | 4 | 351 | 127,1 | 276 | 39,3 | 520,3 | 286,3 | 28,9 | 88,2 |
| 8/ago | 21 | 3 | 1 | 534 | 125,7 | 203,3 | 43,3 | 554 | 316,5 | 54,5 | 97,8 |
| 8/ago | 21 | 3 | 2 | 452 | 119,5 | 247,9 | 45,8 | 573,5 | 304,9 | 33 | 97,6 |
| 8/ago | 21 | 3 | 3 | 381 | 124,2 | 259 | 47,8 | 566,4 | 306,6 | 54,4 | 101,7 |
| 8/ago | 21 | 3 | 4 | 466 | 119,2 | 273,5 | 57,2 | 554,9 | 302 | 56,6 | 80,3 |

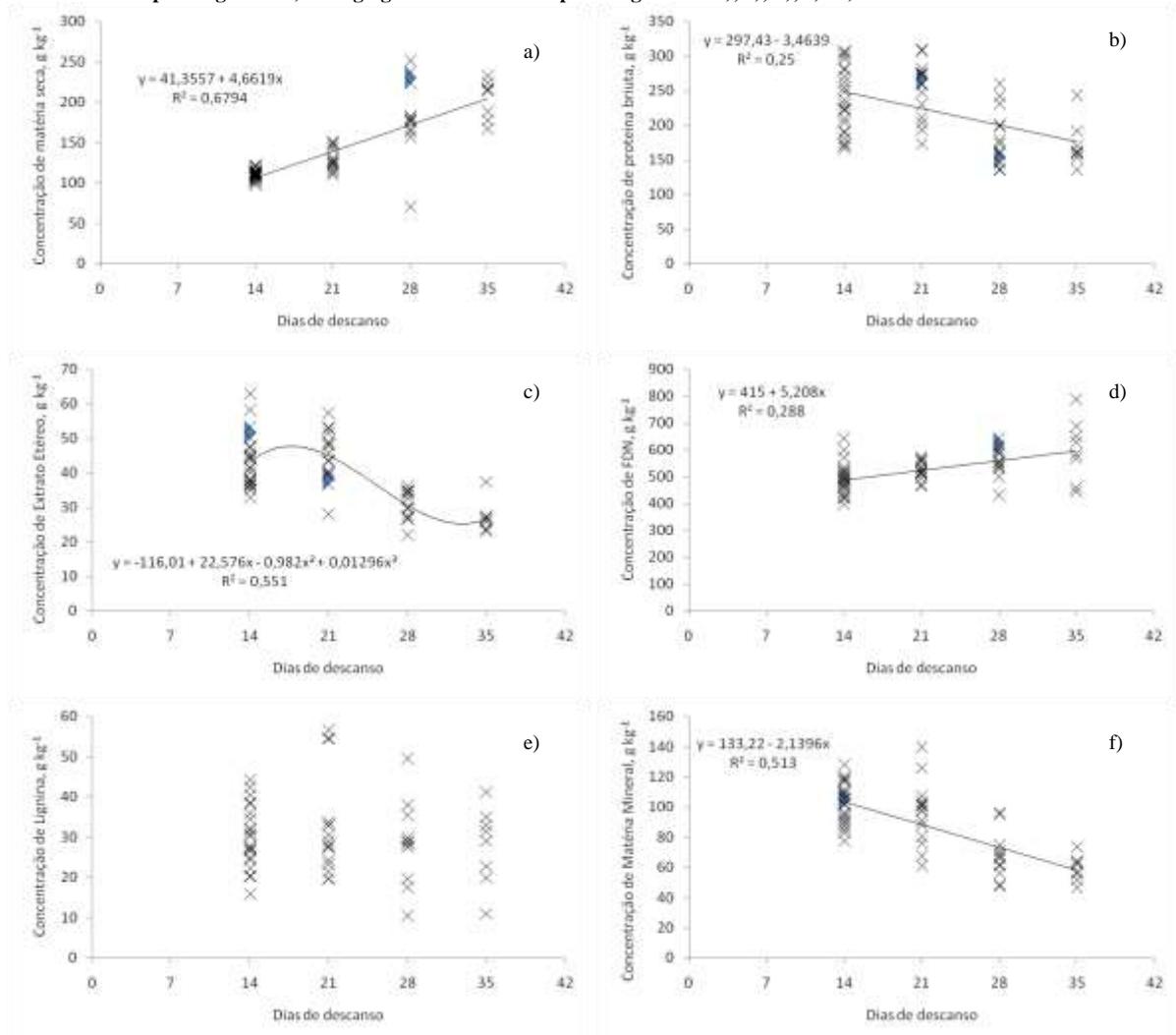
| Data do corte | Trat. | Corte | bloco | Prod. MS ¹ | MS ² | PB ³ | EE ³ | FDN ³ | FDA ³ | LIG ³ | MM ³ |
|---------------|-------|-------|-------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 29/ago | 21 | 4 | 1 | 683 | 146,2 | 193,6 | 43,6 | 465,2 | 270,1 | 32,8 | 90,9 |
| 29/ago | 21 | 4 | 2 | 780 | 150 | 173,2 | 40,5 | 514,1 | 282,2 | 24,3 | 75,8 |
| 29/ago | 21 | 4 | 3 | 634 | 149,2 | 229,9 | 36,6 | 511,4 | 268,2 | 19,6 | 60,8 |
| 29/ago | 21 | 4 | 4 | 531 | 142,7 | 211,3 | 40 | 516,6 | 262,6 | 27,9 | 67,6 |
| 4/jul | 28 | 1 | 1 | 263 | 156,6 | 259,8 | 36 | 500 | 258,5 | 27,5 | 95,1 |
| 4/jul | 28 | 1 | 2 | 372 | 163,8 | 242,4 | 29,7 | 530,4 | 272,6 | 27,6 | 96,3 |
| 4/jul | 28 | 1 | 3 | 418 | 166,5 | 178,3 | 32,4 | 537,7 | 278,2 | 19,6 | 74,7 |
| 4/jul | 28 | 1 | 4 | 284 | 175,3 | 200,1 | 26,8 | 542,8 | 278,3 | 28,9 | 68,8 |
| 1/ago | 28 | 2 | 1 | 624 | 181,3 | 173,8 | 33,7 | 556,9 | 278,1 | 17,5 | 61,8 |
| 1/ago | 28 | 2 | 2 | 623 | 177,5 | 230,8 | 34,9 | 555,3 | 287,2 | 10,4 | 67,2 |
| 1/ago | 28 | 2 | 3 | 927 | 181,8 | 199 | 29,8 | 590,3 | 309,4 | 29,8 | 70,9 |
| 1/ago | 28 | 2 | 4 | 510 | 178,4 | 159,4 | 34,4 | 432,6 | 283 | 28,5 | 61,1 |
| 29/ago | 28 | 3 | 1 | 223 | 70 | 145,8 | 27,6 | 600 | 304 | 49,5 | 56,1 |
| 29/ago | 28 | 3 | 2 | 480 | 251,3 | 162,3 | 34,6 | 642,2 | 328,3 | 35,4 | 47,5 |
| 29/ago | 28 | 3 | 3 | 616 | 223,2 | 137,5 | 21,9 | 585,9 | 304,2 | 29,7 | 65,7 |
| 29/ago | 28 | 3 | 4 | 561 | 236,6 | 136,2 | 26,7 | 618,4 | 326,7 | 38 | 48,4 |
| 11/jul | 35 | 1 | 1 | 115 | 166,3 | 191,7 | 23,7 | 568,1 | 299,9 | 34,9 | 73,3 |
| 11/jul | 35 | 1 | 2 | 87 | 188,5 | 243,7 | 23,1 | 687,9 | 326 | 29 | 51,5 |
| 11/jul | 35 | 1 | 3 | 72 | 223,9 | 159,2 | 27,1 | 584,6 | 355,2 | 41,1 | 63,4 |
| 11/jul | 35 | 1 | 4 | 71 | 215,4 | 160,8 | 23,8 | 628,6 | 321,3 | 33 | 56,8 |
| 15/ago | 35 | 2 | 1 | 803 | 772,5 | 171 | 26,5 | 649,7 | 292,8 | 11 | 63,9 |
| 15/ago | 35 | 2 | 2 | 125 | 216,2 | 153,4 | 25,7 | 788,5 | 323,8 | 22,8 | 61,6 |
| 15/ago | 35 | 2 | 3 | 107 | 232 | 135,8 | 27,3 | 444,8 | 325,2 | 19,9 | 46,6 |
| 15/ago | 35 | 2 | 4 | 205 | 213,8 | 162,6 | 37,4 | 461,2 | 320,5 | 31,5 | 55,6 |

¹ Kg há⁻¹.

² g Kg⁻¹ de Matéria Verde (MV)

³ g Kg⁻¹ de MS

Anexo 2: Eixo x – Período de intervalo entre os cortes (Dias); Eixo y – Concentração de Matéria Seca; Proteína Bruta; Extrato Etéreo; Fibra em Detergente Neutro; Lignina e Matéria Mineral, respectivamente aos gráficos: a); b); c); d); e) e f), em g.kg^{-1} da Matéria Natural para o gráfico a) e em g.kg^{-1} da Matéria Seca para os gráficos: b); c); d); e) e f).



Anexo 3: Eixo x – Período de intervalo entre os cortes (Dias); Eixo y – Valores estimados dos parâmetros de degradação para os parâmetros: Vf_1 ; k_1 ; k_2 ; Vf_2 e λ , respectivamente aos gráficos: a); b); c); d) e e).

