

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ÁREA DE AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA

DEIVIDY TIAGO BOGER

**CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO RUMINAL DE CULTIVAR DE AVEIA
BRANCA (*Avena sativa* L.) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2014

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ZOOTECNIA**

DEIVIDY TIAGO BOGER

**CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO RUMINAL DE CULTIVAR DE AVEIA
BRANCA (*Avena sativa* L.) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2014

DEIVIDY TIAGO BOGER

**CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO RUMINAL DE CULTIVAR DE AVEIA
BRANCA (*Avena sativa* L.) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, como requisito parcial à obtenção do título de ZOOTECNISTA.

Orientador: Prof^a. Ms.Lilian Regina Rothe Mayer

DOIS VIZINHOS

2014

Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Gerência de Ensino e Pesquisa
Curso de Zootecnia



TERMO DE APROVAÇÃO
TCC

**CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO RUMINAL DE CULTIVAR DE AVEIA
BRANCA (*Avena sativa* L.) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Autor: Deividty Tiago Boger

Orientador: Prof^a. Ms.Lilian Regina Rothe Mayer

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADO em 18 de fevereiro de 2014.

Prof^o. Dr. Magali Floriano da
Silveira

Mestrando. Jhone Gleison de
Oliveira

Prof. Ms. Lilian Regina Rothe Mayer
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à Deus, por dar sentido a minha vida, guiar e iluminar meus passos e da minha família. Agradeço pela saúde, inteligência e a força para superar todos os obstáculos.

Aos meus pais Davi Boger e Neiva de Lima Boger, agradeço pela vida, e todo esforço feito para me educar, proteger e nunca deixar me faltar nada, sacrificando-se para possibilitar a mim a oportunidade de cursar nível superior, a cada gota de suor sou eternamente grato.

À minha irmã Bruna Raquel Boger, pelo apoio, pela atenção, carinho e ter me inscrito em Zootecnia durante o processo de seleção, sem eu saber.

À minha orientadora Professora Mestre Lilian Regina Rothe Mayer, pela possibilidade de trabalhar com ela, podendo enriquecer meu conhecimento profissional bem como formação pessoal, pois além de ser uma excelente docente é uma grande amiga, solidária e determinada. Muito obrigado professora Lilian, por não medir esforços em me orientar.

Ao Professor Doutor Douglas Sampaio Henrique, coorientador do trabalho, o qual destinou seu tempo, sua experiência e seu conhecimento sem medir esforços

Ao Professor Doutor e Tutor do Programa de Educação Tutorial (PET) Produção Leiteira, Fernando Kuss, o qual orienta a família Pet, como assim chamamos. Agradeço pelas palavras sábias, críticas e a dedicação em busca de me formar tanto profissionalmente como social e pessoal.

Obrigado a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso. Aos amigos de turma pela amizade e força e incentivo nos momentos que tinha que me dedicar aos estudos e ao trabalho, mais que amigos, grandes irmãos para vida inteira. E ao grupo Pet agradeço as experiências conjuntas, as conquistas e informações compartilhadas. A todos que estão envolvidos na pesquisa indireta ou diretamente, especialmente Rafael Schmitz, Érica Militão e ao mestrando Jaidson Peretti e Jhone Gleison de Oliveira, Jocemara Rosler, Sabrina Kluska, Anderson Rosso, Dickson Nazário, Alberto Luiz Gagstetter, Jacson Rodrigo Culmann e demais colaboradores.

À todos os funcionários administrativos e terceirizados pela colaboração, quanto ao *campus* e a minha pessoa.

RESUMO

BOGER, Deividy. T. Cinética de degradação ruminal de cultivar de aveia branca (*Avena sativa* L.) Sob diferentes níveis de adubação nitrogenada. 45 folhas. TCC (Curso de Zootecnia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

Ao trata-se de formulação de dietas, o conhecimento a respeito da composição química e da degradação dos constituintes é indispensável para atender a exigências nutricionais de ruminantes. Nesse sentido os parâmetros cinéticos auxiliam na descrição da digestão e no entendimento da mesma. O presente trabalho teve por objetivo identificar e avaliar a cinética de degradação ruminal por meio da técnica de produção de gás. Com o auxílio de manômetros e pipeta graduada (25 ml) foi aferida a pressão e o volume de gás produzido. O tempo estabelecido de avaliação foi fracionado e a leitura realizada em 1, 2, 3, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 72, até 96 horas de incubação. O trabalho de campo foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Dois Vizinhos, Estação Experimental Culturas Anuais de abril a setembro de 2013. *Avena sativa* L., variedade IPR126 foi avaliada. Após a implantação, efetuou-se um corte de padronização ao atingirem aproximadamente 25 cm de altura, e os cortes subsequentes foram realizados a cada 21 dias após, mantendo uma altura para rebrota de 10 cm acima do solo. As parcelas foram subdivididas em áreas de 6m², as quais receberam as doses de 0, 60, 120 e 240 Kg de N/ha. As interpretações dos parâmetros de cinética de degradação foram analisados pelo modelo logístico bicompartimental: $V(t) = (V_1 / (1 + \exp(2 - 4 * k_1 * (T - \lambda))) + (V_2 / (1 + \exp(2 - 4 * k_2 * (T - \lambda))))$. Os parâmetros ajustados no modelo logístico bicompartimental foram estimados pelo procedimento NLIN do aplicativo SAS® (versão 9) com o método de Marquardt. Para verificar se houve influência dos tratamentos nos valores dos parâmetros foi utilizada a análise de medidas repetidas com a 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, CS, AR (1) e UN. A relação entre pressão e volume dos gases foi linear e altamente significativa (P<0,0001). A utilização do modelo logístico bicompartimental permitiu a obtenção de estimativas dos parâmetros condizentes com a teoria aplicada. Os volumes de gás produzido pela degradação dos carboidratos não fibrosos (V₁) e pelos carboidratos fibrosos (V₂), não foram influenciados pelas dose de N. A taxa de degradação encontrada para os CNF (k₁) diminuiu com a adição de doses maiores de N. Quanto à taxa de degradação dos CF (k₂), não houve diferença estatística entre os diferentes tratamentos. O tempo de colonização do substrato pelos microrganismos ruminais (λ) aumentou conforme a adição de N.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada. IPR 126. Parâmetros. Técnica de produção de gás.

ABSTRACT

BOGER, Deivid. T. Ruminal degradation kinetics of growing oat (*Avena sativa* L.) under different levels of nitrogen fertilization. 45 sheets. TCC (Course of Zootecnia), Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

When it is formulating diets, the knowledge about the chemical composition and degradation of constituents is essential to meet the nutritional requirements of ruminants. In this sense the kinetic parameters aid in the description of digestion and understanding of the same. This study aimed to identify and evaluate the kinetics of ruminal degradation through technical gas production. With the aid of pressure gauges and pipette (25 ml) was measured pressure and volume of gas produced. The set time of reading and evaluation was performed fractionated on 1, 2, 3, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 72, 96 hours of incubation. Fieldwork was conducted at the Federal Technological University of Paraná - Campus Dois Vizinhos, Culture Experimental Station Annual April-September 2013. *Avena sativa* L., variety IPR126 was evaluated. After implantation, we performed a cut of standardization to achieve approximately 25 cm in height, and subsequent sections were performed every 21 days, maintaining a height of regrowth to 10 cm above the ground. Were subdivided into areas of 6m², which received doses of 0, 60, 120 and 240 kg N / ha. Interpretations of kinetic parameters of degradation were analyzed by two-compartment logistic model: $V(t) = (V1 / (1 + \exp(k1 * 2^{-4} * (T - \lambda)))) + (V2 / (1 + \exp(2^{-4} * k2 * (T - \lambda))))$. parameters adjusted in two-compartment model were estimated by logistic NLIN procedure of SAS® software (version 9) with the method of Marquardt. To determine whether there was influence of treatments on the values of the parameters the analysis of repeated measurements with mixed methodology using PROC MIXED of SAS (version 9) and restricted maximum likelihood (REML) as the method of estimation models procedure was used. VC, CS, AR(1) and UN: For modeling the variance and covariance matrix of four structures were tested. The relationship between pressure and volume of gas was linear and highly significant ($P < 0.0001$). The use of the logistic model bicompartimental allowed to obtain estimates of parameters consistent with the theory applied. The volumes of gas produced by the degradation of non-fiber carbohydrates (V1) and the fiber (V2), were not affected by N levels. The rate of degradation found for NFC (k1) decreased with the addition of higher doses of N. The degradation rate of the CF (k2), there was no statistical difference between the different treatments. The time of colonization of the substrate by rumen microorganisms (λ) increased with the addition of N.

Keywords: IPR 126. Nitrogen fertilization. Parameters. Technical gas production.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS	8
2.1 OBJETIVOS GERAIS:.....	8
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO:	8
3 REVISÃO DE LITERATURA	9
3.1 IMPORTÂNCIA DA AVEIA PARA A NUTRIÇÃO DE RUMINANTES	9
3.2 DIGESTIBILIDADE DOS ALIMENTOS.....	11
3.3 TÉCNICAS DE DIGESTIBILIDADE	14
3.3.1 <i>In vivo</i>	14
3.3.2 <i>In situ</i>	14
3.3.3 <i>In vitro</i>	15
4 MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1 PREPARAÇÃO DO MEIO.....	18
4.2 EQUIPAMENTO MENSURADOR DE GÁS	21
4.3 LEITURAS DE PRESSÃO E VOLUME DE GÁS.....	22
4.4 INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Ao observarmos a produção animal, mesmo para ruminantes, a alimentação é uma das principais variáveis que influenciam no sucesso da produção por representar aproximadamente 70% no custo de produção (CERVIERI et al., 2009). Esse custo pode variar se a produção for a pasto, o que depende diretamente de manejos, fator ambiente, taxas de lotação por área, fertilidade de solo Cecato et al. (2002) entre outras variáveis, acompanhado algumas vezes da suplementação da dieta com concentrado.

A extensão territorial do Brasil confronta pontos, que influenciam na produtividade de pastagens, como tipo e fertilidade de solo, disponibilidade de água, temperatura e estações climáticas bem definidas levando a optar por pastagens temperadas ou tropicais. Onde as temperadas são adaptadas à regiões frias como o sul do país, e as tropicais à regiões com temperaturas quentes.

No entanto gramíneas tropicais perenes, quando submetidas ao frio sofrem estacionalidade de produção, o que ocorre durante os meses de maio a setembro, reduzindo a produção de matéria seca e a qualidade. Gerando o chamado vazio forrageiro, que afeta o ganho de peso dos animais, diminuindo a produção de leite e até pode levar a óbito (TAFFAREL et al., 2010).

Visando manter a produção vegetal, gramíneas temperadas foram introduzidas e vem sendo cultivadas. No sul do país as espécies de aveia (*Avena spp.*) e azevém (*Lolium spp.* Lam.) predominam na estação fria, atendendo quesitos como produção e qualidade nutricional (ROSO et al., 1999).

A aveia branca, segundo Oliveira (2009) destaca-se por apresentar elevado crescimento, rusticidade, elevado rendimento de forragem desde o primeiro corte, disponibilidade de sementes, além da resistência ao pisoteio e doenças. Visando estender o ciclo vegetativo, para prolongar o período de pastejo, o IAPAR (Instituto Agrônomo de pesquisa do Paraná), lançou um cultivar que atendesse às necessidades, apresentando a aveia branca IAPAR 126 em 2005, esta cultivar possui características de ciclo longo, aumentando a disponibilidade de forragem, servindo de cobertura de solo e permitindo a rotação de culturas (IAPAR, 2006). O cultivar IAPAR 126 destaca-se por apresentar produtividade média de até 7.071 Kg de MS ha⁻¹ em três cortes, possuir alta concentração de proteína e em função da

relação folha: colmo ser de 4,4/1, e apresentar menor proporção de fibra (IAPAR, 2013).

O conhecimento à respeito do processo de digestão bem como o fruto da mesma, ou seja, o valor nutricional dos ingredientes pode ser mensurado com auxílio da determinação da cinética de degradação ruminal (VAN SOEST, 1994).

Os alimentos serão prontamente disponibilizados ao animal, após a ação dos microrganismos presente no rúmen. Esses apresentam seu desenvolvimento e posterior trabalho de degradação somente se condições como temperatura, ph, pressão osmótica, ausência de oxigênio, produtos da fermentação estiverem mantendo um ambiente ruminal ideal.

Sendo assim, o conhecimento da composição dos alimentos é indispensável e em se tratando de gramíneas, é importante saber a taxa de degradação desse alimento, de maneira a promover o ajuste no balanceamento de dietas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS:

Identificar e avaliar as curvas de cinética de degradação ruminal de cultivar de aveia branca sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO:

Caracterizar as curvas de produção de gás de cultivar de aveia branca submetida a corte em período fixo sob quatro níveis de adubação nitrogenada.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 IMPORTÂNCIA DA AVEIA PARA A NUTRIÇÃO DE RUMINANTES

A base alimentar dos ruminantes em alguns sistemas de produção é a pastagem, de forma a torná-lo economicamente viável, possibilitando atender às necessidades de mercado, bem como competitividade de produtos e preços acessíveis além de outras vantagens (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 redução ou minimização dos impactos ambientais (BIANCHINI et al., 2007).

Conforme IBGE (2005) a área destinada às pastagens no Brasil é aproximadamente de 170 milhões de hectares, distribuídas em 70 milhões de hectares de origem nativa e 100 milhões de hectares de origem cultivada.

Lins (2011) comenta que estas áreas suportam 88% da produção dos rebanhos à pasto, possibilitando intensificar a produção sob condições de pastejo.

O sul do Brasil, devido a estação fria bem definida, sofre com a escassez de pastagens para alimentação animal, o chamado vazio forrageiro, causado pela redução hídrica, redução do foto-período, temperaturas baixas, variando entre 16 à 20°C além das geadas (NIMER, 1997). Uma solução para reduzir este déficit alimentício dos animais é a implantação de pastagens de aveia branca (*Avena sativa* L.), gramínea adaptada a climas temperados.

A aveia branca é pertencente a família das *Poaceae*, originária da Ásia e do sudoeste da Europa, subfamília *Poideae*, Tribo *Aveneae* e pertencente ao gênero *Avena*. Já na questão botânica, suas características apresentam sistema radicular fasciculado e fibroso, presença de raízes adventícias e seminais, possuindo colmos eretos, cilíndricos e compostos com nós e entrenós, que quando verdes, são maciços e quando maduros são ocos, porém os nós são sólidos. Sua inflorescência é em formato de panícula com espiguetas, onde produz e armazena de um a três grãos do cereal (RIZZI, 2004). Em relação ao grão, o autor cita que é caracterizado cariopse, por apresentar as características de frutos pequenos, indeiscentes, secos, semente única a cada fruto, revestido por uma camada fina de pericarpo. Em se tratando das folhas, Bellido (1990) cita que essas se diferenciam a partir dos nós, sendo os mesmos responsáveis por alargar os entrenós, estando distribuídos no

colmo das plantas férteis, contendo de 5 a 9, conforme espécie. A distribuição das folhas é alternada e duas fileiras, cada folha é compreendida por bainha, que inclui o entrenó caracterizando parte inferior e a parte superior representada pelo limbo (WHITE,1995).

O sucesso do uso da aveia branca se deve às suas aptidões, servindo como cobertura do solo, para produção de grãos para alimentação humana e insumos para ração animal e produção de forragem de alta qualidade. O cultivar (*Avena sativa* L.) segundo Anderson e Kaufmann (1963) se destaca na produção de grãos no rebrote e produção de forragem, por apresentarem genótipos altos e de ciclo tardio. Entretanto já a aveia preta (*Avena strigosa* S) tem seu potencial direcionado unicamente à produção de forragem e cobertura de solo.

Dentre as particularidades da aveia, seu sistema radicular agressivo promove uma agregação do solo, além de ajudar e controlar a ocorrência de plantas daninhas, incorporar carbono no solo e deduzir a erosão Goellner e Floss (2001), bem como apresenta produções de 4,8 a 6,0 toneladas de matéria seca por hectare (ALCÂNTARA, 1980).

A crescente busca pelo cereal, em função dos benefícios para a saúde humana, com o consumo de aveia e subprodutos, fortalecendo a comercialização e industrialização reduzindo a importação, teve uma influência crescente no incremento da área cultivada de aveia (FEDERIZZI et al., 1997). Esta condição associada à busca de forragem de alta qualidade para alimentação animal, estimulada pela adaptabilidade ao sul do país, levam o Brasil a ser considerado o país com o maior potencial de produção de aveia branca da América latina (CABRAL et al.,2002). Dentre os países com maior produção destaca-se a Rússia, Estados Unidos da América, Canadá, Polônia e Alemanha (HARTMANN et al., 1988).

Segundo dados da (FAO, 2010) a Rússia aparece com produção de 5.834.910 toneladas de aveia em 2008, seguida pela América do Norte com 6.654.475 toneladas e a América do Sul com 948.056 toneladas. O Brasil produzindo 232.200 toneladas em 2009 (CONAB, 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). As perspectivas de crescimento de plantio e consumo no país são as melhores possíveis. Notando-se a expansão quando se avalia dados de 1961, com produção

de 20.762 toneladas e em 1992 chegou a 295.283 toneladas, uma taxa de crescimento de 30 a 40% ao ano (VELLOSO; FEDERIZZI, 2000), totalizando, em nível mundial, um montante produzido de 25.784.608 toneladas em 2008.

No entanto, dados do IBGE (2011) citam a evolução no cultivo de aveia branca, aonde se observa que em 1976 a área destinada a essa cultura era de 39,8 mil hectares e em 2010/11 a área ocupada em semeadura era de 145.281 mil hectares, com média produtiva por hectare de 2260 kg/ha⁻¹ nessa safra. Destaca-se o uso desse cereal, onde mundialmente se produz cerca de 50 milhões de toneladas ao ano, distribuídos em 78% da produção para alimentação animal e aproximadamente 18% para o consumo humano.

Os esforços em buscar cultivares com melhor adaptação e produção, são o resultado do melhoramento genético que originaram 40 tipos diferentes de aveia branca (BARBOSA NETO,1999).

Historicamente a aveia é originária da Ásia e Oriente Médio. Os primeiros vestígios do aparecimento da aveia foi como invasora em cultura de trigo e cevada. Porém na Europa foi reconhecida oficialmente ao passar dos anos no centro e norte europeu em culturas de inverno, daí então se buscou a domesticação da espécie (THOMAS,1995), em que Harlan (1992) comenta ser a aveia preta a primeira espécie domesticada.

Ao optar por um cultivar de aveia, deve-se observar características como duração do ciclo, estatura, precocidade e exigência à fertilização (MITTELMANN et al., 2001).

Ao escolher cultivares precoces, contabilizam-se os ganhos e perdas, onde ciclo vegetativo e ciclo reprodutivo se confrontam, pois ao reduzir o vegetativo, o reprodutivo tende a alongar, aumentando o lucro do produtor (HARTWG et al.,2007).

3.2 DIGESTIBILIDADE DOS ALIMENTOS

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 e a alta eficiência em

consumo de alimentos fibrosos possibilita uma vantagem aos ruminantes, porém, não adquirida por outros animais.

A digestibilidade aparente é conceituada pela porção do alimento ingerido, que é retida, para sofrer ações microbianas no sistema gastrintestinal (DETMANN et al., 2006).

Fatores como ambiente, potencial genético e ou interação dos mesmos, resultam no sucesso ou insucesso do desempenho produtivo dos animais (VAN SOEST, 1994). Contudo, a digestibilidade do alimento volumoso é afetada pela idade da planta, época do ano, adubação e manejo aplicado ao solo, composição nutricional, taxa de degradação e espécie podem influenciar a digestibilidade (VAN SOEST et al., 1991; VAN SOEST, 1994).

Se tratando de balanceamento de dietas para ruminantes com o uso do NRC (2001), alguns critérios como taxa de digestão e proporções alimentares são indispensáveis para sincronizar a disponibilidade de nitrogênio e energia no rúmen, visando aperfeiçoar a digestão dos ingredientes à atividade dos microrganismos e perdas oriundas da fermentação ruminal, como é o caso dos gases.

Entretanto, o conhecimento à respeito da degradação ruminal de várias fontes alimentícias é de extrema importância (TONANI et al., 2001), para buscar a maximização da produtividade visando redução de custos.

Conhecer aspectos como grau de maturidade da planta, forma de processamento, relação-colmo bem como identificar e entender o que influencia no consumo de volumoso pelo animal (LADEIRA et al., 2001).

O trabalho de Orskov e McDonald (1979) cita que fatores como extensão da digestão potencial, taxa de fermentação, caracterizada pelo tempo 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).

Para os ruminantes absorverem os ingredientes oriundos da forragem, a mesma deve sofrer ação dos microrganismos ruminais, realizando o processo de degradação da fibra. 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).

O estágio de maturidade da planta forrageira influencia no valor nutricional, conforme a planta avança em seu estado vegetativo, a lignificação se intensifica, diminuindo proporção folha/colmo (VAN SOEST, 1994).

A produção e qualidade da forragem pode sofrer influência do intervalo de cortes estabelecidos, em que a qualidade decai, quando estabelecidos intervalos de corte mais longos, porém, a produção de matéria seca eleva-se (FERREIRA et al., 2005).

Na escolha de uma forrageira, a produção de matéria seca deve ser analisado, bem como o manejo a ser aplicado. No entanto, o ponto de corte em diferentes idades é importante para avaliar a degradação ruminal e para fazer a comparação entre espécies e determinar o estágio ideal de utilização na alimentação animal (RODRIGUES et al., 2004).

Ao comparar gramíneas tropicais com temperadas, algumas diferenças são visíveis. As tropicais se destacam pela alta produtividade. No entanto ao longo do período de crescimento, acumulam fibra em detergente neutro (FDN), ou seja, parede celular, que nutricionalmente, não é interessante, pois apresenta variação na digestão dos alimentos e causa efeito no consumo (Van Soest, 1994); Mertens, 1996), por ocupar espaço no trato gastrointestinal, consequência de uma digestão lenta e incompleta (MERTENS, 1996).

Em se tratando de ruminantes, a utilização de volumosos na dieta tem por objetivo usufruir da principal fonte de energia proveniente da degradação de celulose e hemicelulose, possibilitando condições para o animal se manter, crescer e produzir atendendo as exigências nutricionais (ÍTAVO et al., 2002). À medida que se adiciona compostos fibrosos na dieta de ruminantes, a taxa de degradabilidade diminui (SOUZA et al., 2000).

Conforme Balsalobre et al. (2003) para se chegar em um senso comum sobre a degradação da matéria seca de diferentes porções de carboidratos e proteínas, é necessário sincronizar a degradação de ambos.

Os componentes das plantas como celulose e hemicelulose geralmente são digeridos somente quando não ocorre lignificação. Porque que a digestão não acontece por completo, com a incrustação de lignina, devido a ineficiência dos

microrganismos em degrada-la (WHITEMAN, 1980). O que acarreta numa diminuição de digestibilidade, que pode ser medida pela quantidade de alimento ingerido a quantidade defecada, observando a diferença retida.

3.3 TÉCNICAS DE DIGESTIBILIDADE

3.3.1 *In vivo*

Em busca de quantificar o quanto de alimento consumido é utilizado de forma real pelo animal e o ponto que se tornam disponíveis ao animal mediante a ação microbiana, técnicas de digestibilidade são aplicadas. A técnica de degradação *in vivo* se assemelha mais do que acontece no animal. No entanto tem alguns pontos que a tornam difícil de aplicar, como, demanda de mão de obra, infraestrutura para manter os animais, exige uma quantia de alimento disponível e demanda tempo gerando um alto custo. Contudo essa técnica avalia-se a digestibilidade de modo geral, sem particularidades do sistema gastrintestinal (FERRARI, 2003).

3.3.2 *In situ*

Considerada uma técnica segura de determinação de degradabilidade, pois o alimento em estudo fica em contato com o ambiente ruminal estudado. Também conhecida como técnica do saco de náilon, caracterizada pelo rápido processo de degradação do alimento presente no ambiente ruminal, no entanto todas as atividades digestivas não agem sobre o alimento, como mastigação, ruminação e passagem (VAN SOEST, 1994).

A técnica destaca-se por possibilitar a avaliação de vários alimentos ao mesmo tempo, gerando baixo custo e com processo rápido. Necessita-se de animais fistulados, gera um resultado mais próximo do *in vivo* (MERTENS, 1993), porém, apresenta algumas inconveniências nas questões tamanho de partículas, tempo de incubação do material, porosidades dos sacos de náilon, contaminação, frequência de alimentação e em relação à micropartículas o influxo e efluxo (MERTENS., 1993; MADSEN & HVELPLUND., 1994; e VAN SOEST., 1994).

Conforme Soares (2007) a inserção de sacos de náilon no rúmen e a permanência no compartimento digestivo dependem do tempo determinado, sendo possível o acompanhamento do processo de degradabilidade do material.

3.3.3 *In vitro*

Em busca de um sistema de produção animal mais viável e sustentável, o conhecimento da composição dos alimentos como a forrageira ofertada aos ruminantes é de extrema importância. Bem como o resíduo da fermentação, ou seja, gases ditos como nocivos ao meio ambiente remetem à técnica de digestibilidade *in vitro* com produção de gás um importante papel no processo. É caracterizada por incubar meio de cultura, solução tampão e líquido ruminal oriundo de bovino fistulado. O alimento incubado sofre ação degradativa, levando à fermentação desencadeando em produção de gases, ácidos da fermentação ou aderir à biomassa microbiana (RYMER, 2005).

Da mesma forma necessita de conhecimento da disponibilidade dos nutrientes ao longo do período produtivo.

Destaca-se a digestibilidade *in vitro*, mais usada pela sua praticidade, rapidez e custo reduzido, quando comparada à técnica *in vivo*, para fazer a análise de alimentos (OLIVEIRA et al., 1993). A metodologia de *in vitro* busca simular o ambiente ruminal do animal ao qual o alimento fica exposto, porém, essa técnica é realizada a coleta de líquido ruminal de um animal fistulado e o restante do procedimento é feito em laboratório. As amostras de alimento juntamente com uma fração de líquido ruminal, ficam mantidas em um recipiente por até 96 horas para mensurar a degradabilidade. No entanto, quesitos como temperatura, pH 6,9, anaerobiose e microrganismos deve ser mantidos (MOULD et al., 2005).

A partir da ação dos microrganismos durante a fermentação, a cinética de produção de gases de carboidratos pode ser mensurada, seja oriunda de carboidratos fibrosos (CF) e não fibrosos (CNF) (SCHOFIELD et al., 1994; SCHOFIELD & PELL., 1995). Com isso obtém-se os gases resultantes da degradação anaeróbica microbiana, dióxido de carbono, metano e ácidos graxos voláteis (SCHOFIELD & PELL., 1995). Contudo, a quantidade de gás produzida durante a incubação do ingrediente é reflexo da concentração de ácidos graxos de

cadeia curta, o combustível energético dos ruminantes (GETACHEW et al., 2004).

No entanto, segundo Krishnamoorthy (2005), o método demanda atenção em determinados pontos do processo como: fonte e preparo do inóculo, preparo do substrato bem como a composição e preparo do meio, podendo influenciar na aferição de produção de gases. Porém, a informação obtida através do método *in vitro* deve ser comparada com a composição química dos alimentos e posterior entendimento através de modelos matemáticos.

Entre os métodos existentes o de Tilley e Terry (1963), se mantém como um dos mais adotados. Caracterizado em manter a digestão por 48 horas e posteriormente com presença de pepsina a digestão por mais 48 horas, gerando um resíduo indigerível, com compostos de matérias insolúveis em pepsina e microrganismos. Já Goering e Van Soest, (1975), aboliram o uso de digestão com presença de pepsina, trocando-a por tratamento do resíduo em detergente neutro, gerando um resíduo composto de parede celular indigestível, resultando em um processo com a mesma confiabilidade, mais com a metade de tempo gasto.

Buscando maior precisão nas análises Mabjeesh et al., (2000) desenvolveram uma incubadora artificial visando simular a fermentação ruminal com possibilidade de incubar vários alimentos no mesmo recipiente, utilizando sacos de tecido não-tecido (TNT).

Considere o material que desapareceu, segundo esse processo, como o digestível (CASALI et al. (2008).

Os teores de fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) confrontam com a digestibilidade. Da mesma forma o estágio de amadurecimento da planta no ponto de corte, afeta o valor nutricional (RIBEIRO et al., 2001). O resultado do envelhecimento da planta é uma inversão nos componentes, diminuindo teor de carboidratos e proteínas e aumentando o teor de parede celular, diminuindo a digestibilidade do volumoso por parte dos microrganismos ruminais (ATAÍDE JÚNIOR et al., 2001).

Contudo Pell et al. (1994), cita que a interpretação da produção de gás oriunda da degradação ruminal, resulta no acúmulo de gás, e de certa forma é mais trabalhosa, pois necessita de modelos logísticos complexos, que quando comparada a produção de gás de forma gravimétricas, aonde se tem o desaparecimento dos nutrientes em degradação.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos, localizada no terceiro planalto paranaense, com altitude de 520 m, latitude de 25°44” Sul e longitude de 54°04” Oeste. O clima é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa), segundo a classificação de Köppen (MAAK, 1968). A condução do ensaio foi de abril a setembro de 2013. Este trabalho faz parte da dissertação do aluno Jaidson Peretti do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos. A área experimental foi constituída de nove parcelas de 24m² (3 x 8m), divididas em três blocos, com espaçamento entre parcelas de 0,5m totalizando uma área de 250m². O presente trabalho teve como objetivo identificar e avaliar a cinética de degradação ruminal e a produção de gás *in vitro* de cultivar de aveia branca, submetida a diferentes níveis de adubação nitrogenada. A espécie avaliada foi a *Avena sativa* L., variedade IPR 126. Após a implantação, efetuou-se um corte de padronização quando as parcelas atingirem aproximadamente 25 cm de altura. Os cortes subsequentes foram realizados à cada 21 dias após, mantendo uma altura para rebrota de 10 cm acima do solo. As parcelas foram subdivididas em áreas de 6m² as quais receberam as doses de 0, 60, 120 e 240 Kg de N/há, sendo a uréia a fonte de N utilizada.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com uma cultivar sob quatro doses crescentes de nitrogênio, com três repetições. O modelo experimental utilizado segue descrito a seguir:

$$y_{ijk} = \mu + R_i + RS_{ij} + B_k + e_{ijkl}, \text{ onde:}$$

y_{ijk} = observação no bloco k , das doses de adubação j ;

μ = constante associada a todas as observações;

R_i = efeito do cultivar i ($i = 1, 2, 3$);

RS_{ij} = efeito da interação do cultivar i com a dose de adubação j ;

B_k = efeito do bloco k ;

e_{ijkl} = erro aleatório associado à observação y_{ijkl} .

Para averiguar se houve efeito de tratamento foi feita a análise de medidas repetidas no tempo usando o PROC MIXED do programa SAS (v. 9.0). Foram testadas quatro estruturas de matrizes de variância e covariância e escolhida aquela que apresentar menor valor de critério de Akaike corrigida (AICC). Após definida a

matriz foi verificado o valor de probabilidade para cada variável em estudo. Caso houve-se efeito significativo de tratamento, foi feita análise de regressão para os tratamentos quantitativos (níveis de N).

4.1 PREPARAÇÃO DO MEIO

As amostras foram conduzidas para o laboratório de parasitologia da UTFPR – DV onde foram realizadas as análises de digestibilidade *in vitro* pelo método de produção de gás. As quantidades apresentadas são suficientes para a incubações de 36 amostras.

A preparação das soluções que deram origem ao meio de cultura foi realizada conforme Goering; Van Soest, (1970) (Tabela 1). Posteriormente realizou 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 ultimo 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).

O inóculo foi obtido a partir de um bovino fistulado da raça Holandês com aproximadamente 800 kg de massa corporal. Para o preparo do inóculo segundo Abreu, (2012) utilizou-se uma garrafa de gás CO₂, duas garrafas térmicas (uma para armazenar o líquido ruminal e outra para a ingesta fibrosa) e pano de algodão para filtrar o material.

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_2HPO_4 (fosfato dissódico ou fosfato de sódio dibásico anidro). 6,2 g/l KH_2PO_4 (dihidrogenofosfato de potássio ou fosfato de potássio monobásico anidro). 0,6 g/l $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (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 $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (cloreto de manganês tetra hidratado). 1 g/0,1 l $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (cloreto de cobalto hexahidratado). 8 g/0,1 l $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (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 ($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$). Completar com água até 0,2 l.

Primeiramente foi coletado o líquido ruminal e filtrado em um pano de algodão com dobra simples e armazenado em uma das garrafas térmicas já sob pressão de gás CO_2 , 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 CO_2 .

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, respectivamente. A quantidade de inóculo necessária a ser preparada foi calculada através da metodologia descrita por Goering e 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) (Fotografia 1).



Fotografia 1 – 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 0,5 g da amostra 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.

4.2 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 ligava 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 ligava a válvula ao manômetro por meio de um tubo plástico (6 mm; Ø 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 (Ø 10 mm; 0,05 m de comprimento) a uma segunda válvula (*three way*) com o objetivo de direcionar a terceira mangueira (tubo de silicone; Ø 10 mm; 1,3 m de comprimento) ao sistema vaso comunicante de forma a 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 (Ø 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 2).



Figura 2 – Fotografias dos equipamentos utilizados para realização da metodologia.

4.3 LEITURAS DE PRESSÃO E VOLUME DE GÁS

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 executada 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. Ao final do período total de incubação foi aferido o valor do pH do substrato incubado em cada frasco, com a utilização de phmetro devidamente já calibrado.

4.4 INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

As curvas de produção acumulativa de gases observadas *in vitro* foram utilizadas para verificar se modelo logístico se ajustava. O modelo logístico bicompartimental (SCHOFIELD et al., 1994) foi testado, dado por:

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

e 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 9.0) com o método de Marquardt. Para comparar se os tratamentos (doses de N) influenciaram o valor dos parâmetros foi utilizada a análise de medidas repetidas (cada tratamento foi analisado três vezes ao longo do tempo) com a metodologia de modelos mistos por meio do procedimento PROC MIXED do SAS[®] (versão 9.0) e a máxima verossimilhança restrita (REML) como o método de estimativa. Para a modelagem da matriz de variância e covariância (matriz R), 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 (SAS, 2001).

A estrutura da matriz R adequada para cada parâmetro foi escolhida considerando o menor valor do Critério de Informação de Akaike Corregido (AICC). Após definida a melhor estrutura da matriz R, o resultado do teste de efeito fixo (níveis de N) 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 (níveis de N) foi considerado significativo, os parâmetros foram submetidos à análise de regressão das estimativas dos parâmetros em função dos tratamentos pelo programa SAS[®] (versão 9.0).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de gás foi padronizada em mL/0,1g de MS de amostra incubada, e os valores de volume de gás produzido nos diferentes intervalos de incubação, foram ajustados utilizando o modelo bicompartimental de Schofield . A utilização do modelo de Schofield et al. (1994), permitiu a obtenção de estimativas dos parâmetros ($V_1; k_1; V_2; k_2; \lambda$) (figura 1).

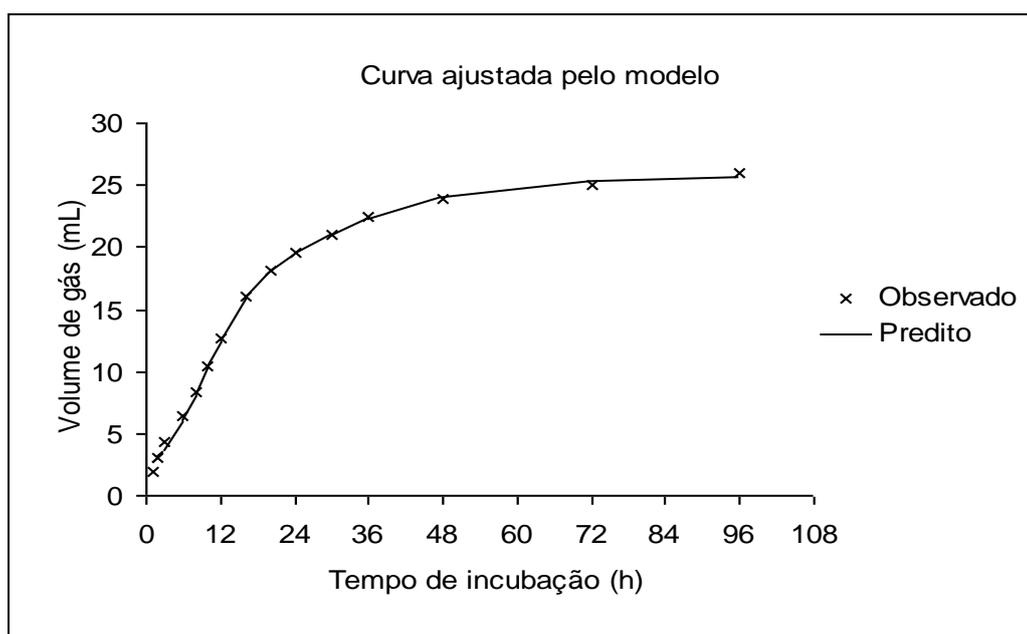


Figura 1 - Ajuste da curva de produção de gás aos pontos observados pelo modelo de SCHOLFIELD, (1994).

Neste trabalho a matriz CS teve melhor ajuste aos valores de V_1 e k_1 , enquanto que para os parâmetros k_2 e λ a matriz UN obteve melhor ajuste e apenas para o parâmetro V_2 a matriz VC foi mais adequada (tabela 1).

Tabela 1 - Valores de Critério de Informação de Akaike Corrigido para as estruturas de variância e de covariância modeladas para V_1 , k_1 , k_2 , V_2 e λ .

Estrutura	Parâmetros				
	V_1	k_1	k_2	V_2	λ
VC	111,1	-214	-27,7	156,9	58,6
CS	109,1	-214,7	-25,4	158,5	60,6
AR (1)	112,4	-213,1	-25,6	158,6	59,5
UN	119	-212,9	-203,7	157,8	52,6

VC: componentes de variância; CS: simetria composta; AR (1): auto regressiva de primeira ordem; UN: não estruturada.

Os parâmetros V_1 e V_2 não foram influenciados pelo efeito dos níveis de

adubação nitrogenada (figura 2), apesar das curvas serem lineares e negativas, com tendência a diminuição dos valores de gás observados em razão da elevação das doses de nitrogênio. Assim, observa-se que o volume de gás oriundo da fermentação dos carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos fibrosos (CF) não foram influenciados pelos níveis de nitrogênio fornecido às plantas.

Os CF produziram baixos níveis de gás oriundo da fermentação, o que de certa forma é interessante para os ruminantes, pois tem uma relação direta com a parede celular, a qual tem influência no consumo de forrageira (VAN SOEST, 1994). Com base nessa informação, a produção de gás tem mais relação com o consumo das forrageiras do que com valores da MS (GETACHEW et al., 1998). Sendo assim os CF atuam como reguladores de consumo de alimentos em ruminantes ((MERTENS, 1994).

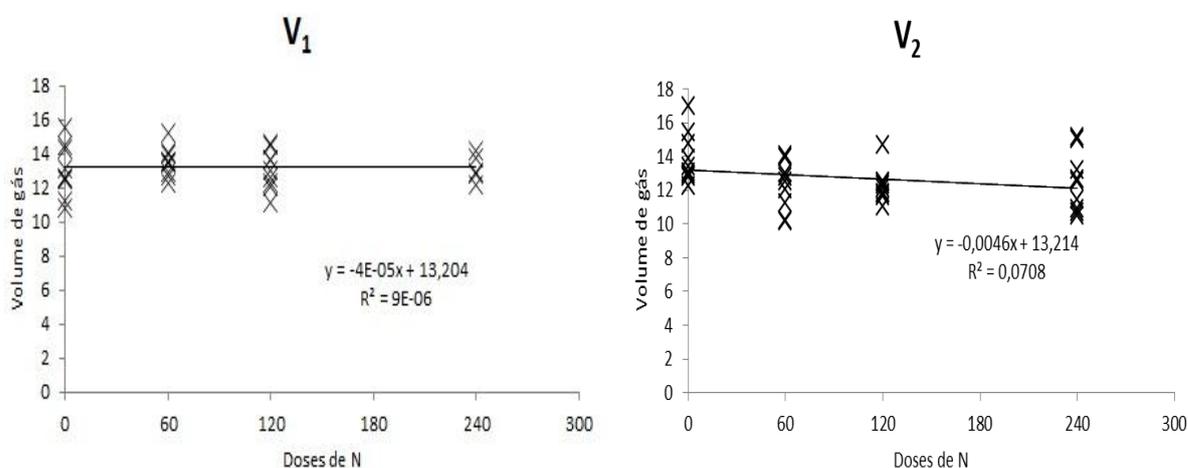


Figura 2 – Volume de gás oriundo da fermentação dos CNF e CF.

Quando as forrageiras se apresentam em atividade metabólica elevada com formação de tecido foliar e elevada divisão celular, neste caso, a deposição de CF é menor, em virtude dos teores de PB e CNF serem maiores.

Segundo Schmitz (2014-dados não publicados), o cultivar estudado apresentou teores médios de PB de: dose 0-22,01%, dose 60-24,56%, dose 120-25,51% e dose 240-26,21%; teores médios de FDN de: dose 0-46,36%, dose 60-

45,89%, dose 120- 47,47 e dose 240-45,07%; teores médios de FDA de: dose 0-26,16%, dose 60-25,29%, dose 120-26,21% e dose 240-27,18%.

Esses teores indicam que a planta forrageira se encontrava em estágio vegetativo, com intensa divisão celular e deposição de parede celular primária.

Berchielli, Pires e Oliveira (2006) afirmam que as taxas de degradação são utilizadas para quantificar os nutrientes disponíveis aos microrganismos ruminais fermentadores, de CF, que utilizam NH_4^+ (amônio) como fonte de N, bem como os fermentadores de CNF, que além de aminoácidos e peptídeos, também utilizam NH_4^+ como fonte de N.

Fernandes et al, (2003) comentam que os carboidratos totalizam de 60 a 80% da MS das plantas forrageiras, variando segundo as condições ambientais, idade da planta, tecido avaliado e espécie trabalhada (AKIN, 1989).

Os maiores teores de proteína solúvel das forrageiras encontrados neste trabalho proporcionaram uma redução na produção de gás em 2,48 mL/g de matéria orgânica (MO) fermentada, principalmente nas horas iniciais de incubação.

A amônia oriunda da fermentação da proteína influencia o equilíbrio do tampão bicarbonato, por capturar íons H^+ reduzindo a liberação de CO_2 . Comprovando esta teoria os teores de PB obtidos neste trabalho tiveram efeito linear positivo (gráfico 1), ou seja, o aumento dos níveis de adubação nitrogenada proporcionaram incremento no teor proteico. Portanto os valores de V_1 podem ter ficado próximo dos valores de V_2 , dificultando detectar possíveis diferenças, o que exige uma correção para o volume de gás gerado pela fermentação das amostras incubadas, para os teores de proteína.

As taxas de degradação dos carboidratos não fibrosos e fibrosos encontradas nesse trabalho independente do nível de adubação nitrogenada, foram todas superiores quando comparadas com os resultados obtidos pelo trabalho de Detmann et al, (2009) onde avaliou o capim hermarthria, com diferentes níveis nitrogenados e idades de corte. Estes resultados eram esperados, uma vez que, gramíneas temperadas (ciclo C3) são mais tenras que gramíneas tropicais (ciclo C4) e por isso, são comumente mais digestíveis para os ruminantes (VAN SOEST, 1994).

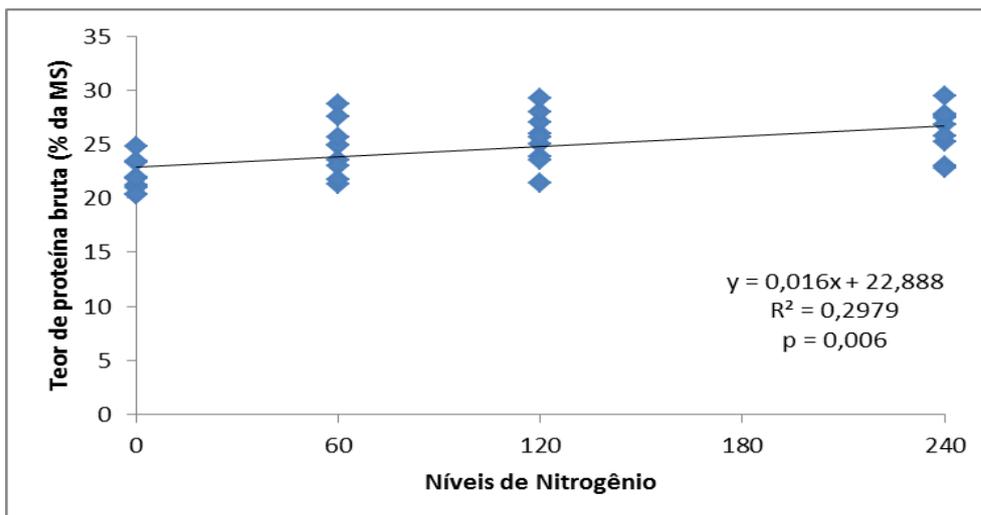


Gráfico 1- % de PB em relação a dosagem de N.

Entretanto, as variáveis k_1 e λ apresentaram efeito significativo. Essas variáveis estão relacionadas com a degradação dos alimentos e o período de latência, ou seja, o tempo que o microrganismo leva para se fixar no alimento e iniciar o processo de degradação.

A variável λ com dose de N de 240 kg/ha apresentou mais significância, com maior tempo para o início da degradação, supostamente por disponibilizar mais proteína acaba disponibilizando mais amônia de forma mais rápida no meio, leva mais tempo para degradar o substrato.

A λ se diferenciou quando comparado esse trabalho com trabalho de Oliveira (2013- dados não publicados), o qual obteve valores de latência superiores. Supõe-se que a dose única de N utilizado pelo mesmo, acompanhada do avançado do estágio vegetativo aliado a corte em períodos diferentes, sejam as causas.

Pode-se observar nos gráficos 2 e 3 que as equações são lineares e negativas também, em relação às doses de N aplicados, onde k_1 seguiu o perfil de equação apresentado para V_1 e k_2 seguiu a de V_2 .

Como a quantidade de PB da MS é elevada, sua degradação disponibiliza ao meio, NH_2 (radical amino), que se transforma em NH_3 (amônia) pelo acúmulo de H^+ liberado para o meio, que estando elevado, leva a formação de NH_4^+ . Esta condição segue o já discutido anteriormente neste trabalho, conseqüentemente, a equação de k_1 em relação às doses de N aplicado apresenta uma inclinação da curva maior, por sofrer maior influência, e segundo Poppi e McLennan (1995), quando o nível de PB é maior que 21% na matéria orgânica digestível, podem ocorrer perdas de N por

desequilíbrio da porção energética degradável no rúmen.

Cone e Van Gelber (1999) incubaram amostras de carboidrato, misturas proteicas e só proteína (caseína) e observaram que a amostra de caseína diminuiu a produção de ácidos graxos voláteis, produção de gás e incrementou a produção de amônia. Identificaram que 1 mmol de produção de gás pela amostra libera 0,87 mmol de amônia, comprovando que o encontrado neste trabalho é devido a alta concentração de proteína no material incubado.

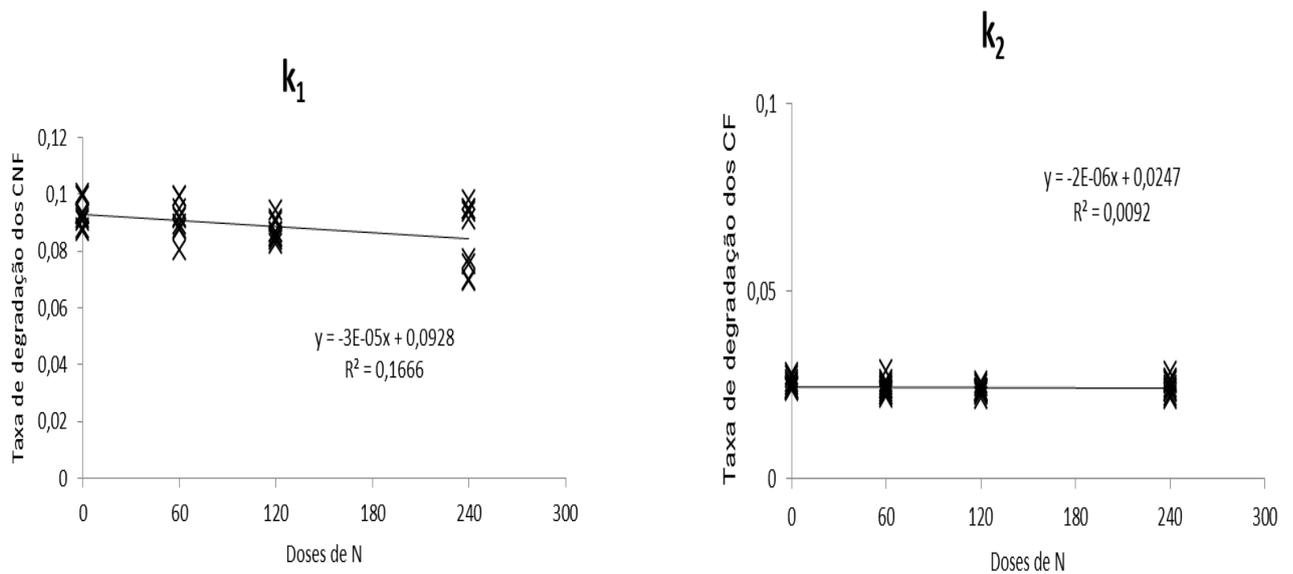


Gráfico 2- Taxas de degradação dos CNF E CF.

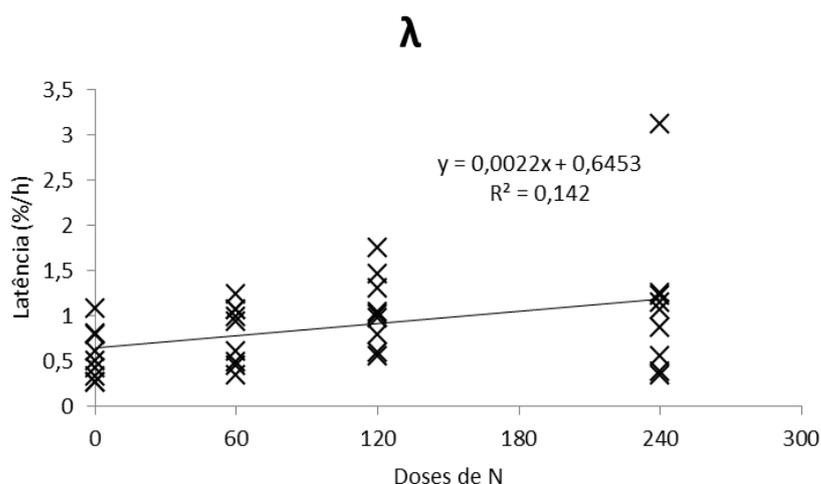


Gráfico 3- Período de latência dos microrganismos.

As taxas de degradação dos carboidratos não fibrosos e fibrosos encontradas nesse trabalho independente do nível de adubação nitrogenada, foram todas superiores quando comparadas com os resultados obtidos pelo trabalho de Detmann et al, (2009) onde avaliou o capim hermarthria, com diferentes níveis nitrogenados e idades de corte. Estes resultados eram esperados, uma vez que, gramíneas temperadas (ciclo C3) são mais tenras que gramíneas tropicais (ciclo C4) e por isso, são comumente mais digestíveis para os ruminantes (VAN SOEST, 1994).

Tabela 3 – Valores médios dos parâmetros de cinética de degradação.

Doses	Parâmetros				
	V_1	k_1	k_2	V_2	λ
0	13,0171	0,0929	0,0252	13,9422	0,5609
60	13,5383	0,0914	0,0244	12,2195	0,7976
120	13,0677	0,0873	0,0236	12,2721	1,0568
240	12,7984	0,0850	0,0247	12,4693	1,1079

V_1 = Volume de gás gerado pela fermentação dos carboidratos não fibrosos (mL); k_1 = Taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos (% h^{-1}); k_2 = Taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (% h^{-1}); V_2 = Volume de gás gerado pela fermentação dos carboidratos fibrosos (mL); λ = Período de colonização dos microrganismos (latência) (h).

A maior proporção de gases oriundos da fermentação dos CNF observada pelo parâmetro K_1 neste trabalho é semelhante a vários trabalhos encontrados na literatura (SCHOFIELD; PELL, 1995; MALAFAIA, 1997; AZEVÊDO et al., 2003b; CAMPOS et al., 2004; NOGUEIRA et al., 2006).

Ao observarmos os valores médios de k_1 nesse estudo (tabela 3) notamos que ficou abaixo dos valores médios encontrados por Oliveira (2013- dados não

publicados), o qual trabalhou com diferença de intervalo entre corte de sete dias, o que pode explicar a maior produção e gás devido a maior presença de CNF, a planta estava em estágio vegetativo, com intensa divisão celular e deposição de parede celular primária.

Nesse sentido entende-se que ao adotar menores intervalos entre cortes a produção de gás será maior independente da adubação nitrogenada, pois a planta apresenta maiores teores de PB e CNF em relação a CF.

Em relação a permanência do alimento no rúmen Bueno (2002) cita que até 48 horas de incubação deve-se buscar uma máxima fermentação até esse período, para que um alimento seja considerado de boa qualidade fermentativa e de disponibilidade energética.

6 CONCLUSÃO

A adição de doses crescentes de N não apresentou diferença estatística mais teve tendência na produção de gás oriundo dos carboidratos não fibrosos e carboidratos fibrosos.

A cultivar IPR 126 é recomendada para pastejo por manter a atividade microbiana ruminal e se adaptar ao sudoeste do Paraná.

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.

AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal**, v.8, n.1, p.117-125, 1989.

ALCÂNTARA, P.B. **Plantas forrageiras: gramíneas & leguminosas**. São Paulo: Nobel, 1980. 150p.

ANDERSON, L.J.; KAUFMANN, M.L. A study of oat varieties for use as ensilage. **Can. J. Plant Sci.**, Ottawa, v. 43, p. 157-60, 1963.

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

ATAÍDE JÚNIOR, J. R.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; GARCIA, R.; CECON, P. R.; ALVES, M. J.; MOREIRA, A. L. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhos alimentados com rações à base de feno de Capim-Tifton 85, em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30, n. 1, p. 215-221, 2001.

AZEVÊDO, J. C. G. et al. Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação *in vitro* da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1443-1453, 2003b.

BALSALOBRE, M.A.A.; CORSI, M.; SANTOS, P.M.; PENATI, M.A.; DEMETRIO, C.G.B. Cinética da degradação ruminal do capim Tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1747-1762, 2003.

BARBOSA NETO, J.F.; MATIELLO, R.R.; CARVALHO, F.I.F.; *et al.* Progresso genético no melhoramento da aveia no sul do Brasil. In: **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 19, Porto Alegre-RS, 1999. Resultados Experimentais... Porto Alegre: UFRGS, p. 23- 26, 476p., 1999.

BELLIDO, L.L. **Cultivos herbáceos: cereales**. Madrid: Mundi- Prensa, 1990, p.539.

BERCHIELLI, T. T.; VEJA GARCIA, A.; OLIVEIRA, S.G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.565-600.

BIANCHINI, Waldmaryan et al. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos super precoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2109-2117, 2007.

BUENO, Ives Cláudio da Silva. **Cinética digestiva e síntese microbiana ruminal em ovinos alimentados com fenos de três qualidades distintas**. 2002. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

CABRAL, C. B. *et al.* Herança do peso de grãos primários e secundários de aveia. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 73-80, 2002. (CAMPOS et al., 2000).

CAMPOS, F. P. et al. Avaliação do sistema de monitoramento computadorizado de digestão *in vitro*: 3. Desaparecimento da matéria seca e/ou FDN pela produção de gás. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 29, n. 02, p. 537-544, 2000.

CAMPOS, F. P. et al. Evaluation of *in vitro* gas production of roughages na their mixtures using the curves subtraction method. **Animal Science and Technology**, v.116, p.116-172, 2004.

CARDOSO, Abmael S. **Avaliação das emissões de gases de efeito estufa e diferentes cenários de intensificação de uso das pastagens no Brasil Central**. Dissertação (Curso de Pós-Graduação em Agronomia e Ciência do Solo) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil. p. 83. 2012.

CARVALHO, P. C. F. et al. Forrageiras de clima temperado. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas Forrageiras**, Viçosa, Ed. UFV, p. 537, 2010.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira**

de **Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.

CECATO, U. et al. **Pastagem para produção de leite**.2002. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/pastagens-08-03.pdf>>. Acesso em: 30 Agosto de 2013.

CERVIERI, R. C.; CARVALHO, J. C. F.; MARTINS, C. L. Evolução do Manejo Nutricional nos Confinamentos Brasileiros: Importância da Utilização de Subprodutos da Agroindústria em Dietas de Maior Inclusão de Concentrado. In: **Simpósio Internacional De Nutrição De Ruminantes**, 2., 2009, Botucatu. Recentes avanços na nutrição de bovinos confinados: Anais... Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, 2009. p.2-22.

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

CONE, J. W.; VAN GELDER, A. H. Influence of protein fermentation on gas production profiles. **Animal Feed Science Technology**, 76(3-4):251-264, 1999.

DETMANN, Edenio et al. Simulação e Validação de Parâmetros da Cinética Digestiva em Novilhos Mestiços Suplementados a Pasto, por Intermédio do Sistema *in vitro* de Produção de Gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 2112-2122, 2005.

DETMANN, Edenio., 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. ISSN 1516-3598, 2009.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION; Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>, acessado em: 27 de julho de 2013.

FEDERIZZI et al . **Melhoramento genético de trigo e aveia no Brasil**. Simpósio sobre Atualização em Genética e Melhoramento de Plantas, Lavras: Minas Gerais, p. 129, 1997.

FERNANDES, Alberto. M. et al. Fracionamento e Cinética da Degradação In Vitro dos Carboidratos Constituintes da Cana-de-Açúcar com Diferentes Ciclos de

Produção em Três Idades de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1778-1785, 2003.

FERRARI, Ricardo. V.B. **Estimativa do efeito associativo entre concentrados e volumosos, através de medida de digestibilidade *in situ* da matéria seca e da fibra em detergente neutro**. 2003. 97 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FERREIRA, G. D. G.; SANTOS, G. T. S.; CECATO, U.; CARDOSO, E. C. 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.

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, 2010, cap.1, p. 13-29.

GERDES, L. **Introdução de uma mistura de três espécies forrageiras de inverno em pastagens irrigadas de capim-aruana**. 2003. 87 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.

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

GETACHEW, G. et al. *In vitro* measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.72, p.261-281, 1998.

GOELLNER, C.I; FLOSS, E.L. **Insetos-pragas da cultura da aveia: biologia, manejo e controle**. Passo Fundo: UPF, 2001. 98p. GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis**. Agricultural handbook n. 379. U.S.D.A., Washington, 1970.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures, and some applications)**. Agriculture Handbook 379. United States Department of Agriculture. 20p. 1975.

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

HARLAN, J. R. Crops and Man. 2 ed. **Am. Soc. Of agron.** Inc, Madison , Wisc.1992.

HARTMANN, H.T.; KOFRANEK, A.M.; RUBATZKY, V.E.et al. **Plant science:** growth, development, and utilization of cultivated plants. 2.ed. Englewood Cliffs: 1988. 674p.

HARTWIG, I; *et al.* Correlações fenotípicas entre caracteres agronômicos de interesse em cruzamentos dialélicos de aveia branca. **Rev. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 273-278, 2006.

IAPAR - INTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/aveia-branca.pdf> 2013 - Acesso em: 25 de julho 2013.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Os múltiplos usos da Aveia branca IAPAR 126. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/noticias/article.php?storyid=16>> Acesso em: 30 de julho 2013. 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. - 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 de julho 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. - 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 de julho 2013.

ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S. de C.; SILVA, F.F. da; VALADARES, R.F.D.; CECON, P.R.; ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAES, E.H.B.K. de; PAULINO, P.V.R. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1024-1032, 2002.

KITESSA, S.; FLINN, P.C.; IRISH, G. G. Comparison of methods used to predict the *in vivo* digestibility of feeds in ruminants. **Australia Journal Agricultural Research**, v. 50, p. 825-841, 1999.

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, M.M.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; BENEDETTI, E.; BRITO, S.C.; SÁ, L.A.P. Cinética ruminal do feno de *Stylosanthes guianensis*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, p.1-8, 2001.

LINS, T. O. J. D'A. **Morfogênese e interceptação luminosa em Capim-tanzânia consorciado com estilosantes campo Grande ou adubado com nitrogênio sob pastejo**. 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2011.

LITTELL, R.C., et al. O. **SAS® for Mixed Models**. SAS Institute Inc., Cary, 2006.

MALAFAIA, Pedro A. M. **Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos de alimentos por técnicas *in situ*, *in vitro* e de produção de gases**. Viçosa MG: UFV, 1997. 85 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 1997.

MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, R. A. M. Kinetic parameters of ruminal degradation estimated with a non-automated system to measure gás production. **Livestock Production Science**, v. 58, n. 1, p. 65-73, 1999.

MALAFAIA, Pedro 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.

MABJEESH, S. J.; COHEN, M., ARIELL, A. *In vitro* methods for measuring the drymatter digestibility of ruminant feedstuffs: Comparison of methods and inoculum source. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 2289-2294, 2000.

MADSEN, J.; HVELPLUND, T. 1994. Prediction of *in situ* protein degradability in the rúmen. Results of a European ring test. **Lvstck. Prod. Sci.**, 39:201-212.

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

MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES, 1996, Wisconsin, USA. Wisconsin, [s. ed.], 1996. **Proceedings**. p. 81-92.

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

MITTELMANN, A. *et al.* Herdabilidade para os caracteres ciclo vegetativo e estatura de planta em aveia. **Ciência Rural**: vol. 31, n. 6, p. 999-1002, 2001.

MOULD, F. L. *et al.* *In vitro* microbial *inoculum*: a review of its function and properties. **Animal Feed Science and Technology**, p. 123-124: 31-50, 2005.

NIMER, Edmon. Clima. In: **IBGE**. Diretoria Técnica. Geografia do Brasil. Rio de Janeiro: SERGRAF, v. 5, p. 35-79, 1977.

NOGUEIRA, U. T.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C. Comparação de substratos com diferentes qauntidades de carboidratos solúveis utilizando a técnica semi-automática de produção de gases. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, v.58, n.4, p.633-641, 2006.

OLIVEIRA, E. **Bases Tecnológicas para Sistemas de Integração Lavoura e Pecuária** 2009. Disponível em:

http://www.ripasul.pr.gov.br/arquivos/File/Producao_Centros_MesorregionaisPR/Elird eOliveiraTextoPalestaAnaisUEM.pdf . Acesso em: 04 agost. 2013.

OLIVEIRA, M. D. S.; VIEIRA, P. F.; MARTINS, A. S.; BANZATTO, D. A. 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.

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.

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.

RIBEIRO, K. G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R. Consumo e digestibilidades aparentes total e parcial, de nutrientes, em bovinos recebendo rações contendo feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30, n. 2, p. 573-580, 2001.

RIZZI, S. P. **Caracteres morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de aveia branca**. 86 p., 2004. Mestrado (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo.

RODRIGUES, A. L. P. 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.

ROSO, Cledson et al. **Produção e qualidade de forragem da mistura de gramíneas anuais de estação fria sob pastejo contínuo**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.28, n.3, p.459-467, 1999.

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

SCHOFIELD, P.; PELL, A.N. Measurement and kinetics analysis of the neutral detergent-soluble carbohydrates fraction of legumes and grasses. **Journal of Animal Science**, v.73, n.12, p.3455-3463, 1995.

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.

SCHOFIELD, P., Pell, A.N. Measurement and kinetic-analysis of the neutral detergent-soluble carbohydrate fraction of legumes and grasses. **Journal of Animal Science**, v. 73, 3455-3463, 1995.

SOARES, A. P. M. **Ajuste do modelo de Orskov e McDonald (1979) a dados de degradação ruminal *in situ* utilizando mínimos quadrados ponderados**. Piracicaba, 2007. 62p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo (ESALQ). São Paulo - Brasil.

SOUZA, N.H. de.; FRANZOLIN, R.; RODRIGUES, P.H.M.;CLARO, G.R. del. Efeitos de níveis crescentes de fibra em detergente neutro na dieta sobre a digestão ruminal em bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1565-1577, 2000.

TAFFAREL, Loreno E. et al., Produção de forrageiras de inverno sobressemeadas à lanço em pastagem de *Brachiaria brizantha*. In: VI CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5., 2010, Rio Grande do Norte. **Anais...** Mossoró, RN, 2010.

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.

THOMAS, H. Oats. In: Smartt, J. & Simmonds, N. W. (ed.) *Evolution of crop plants*. 2. ed. **Longman Scientific & Technical**, p. 132-136, 1995.

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

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

VELLOSO, C. B. O.; FEDERIZZI, L. C. Delimitação preliminar da cadeia da aveia branca para consumo humano no Brasil. In: **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 20.; 2000, Pelotas - RS. Resultados Experimentais**. Pelotas: FAEM/UFPel, p. 181 – 183, 2000.

WHITE, E.M. **Structure and development of oats**. In: WHELCH, R.W. *The oat crop*. London: Chapman e Hall, 1995. p.369-408.

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