

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

JAISSON PERETTI

**VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS, VALOR NUTRICIONAL E CINÉTICA DE
DEGRADAÇÃO RUMINAL DA AVEIA BRANCA (*Avena sativa* L.) SOB
DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA**

DISSERTAÇÃO

DOIS VIZINHOS
2014

JAISSON PERETTI

**VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS, VALOR NUTRICIONAL E CINÉTICA DE
DEGRADAÇÃO RUMINAL DA AVEIA BRANCA (*Avena sativa* L.) SOB
DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Nutrição de Ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Sampaio Henrique

Co-orientadora: Prof. MSc. Lilian Regina Rothe Mayer

DOIS VIZINHOS

2014



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



TERMO DE APROVAÇÃO

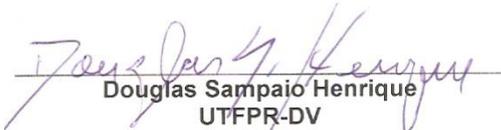
Título da Dissertação n° 034

Variáveis fisiológicas, valor nutricional e cinética de degradação ruminal da aveia branca (*Avena sativa* L.) sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

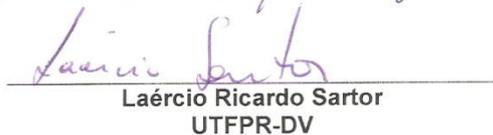
Jaidson Peretti

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

Banca examinadora:


Douglas Sampaio Henrique
UTFPR-DV


Ricardo Augusto Mendonça
UENF


Laércio Ricardo Sartor
UTFPR-DV

Prof. Dr. Ricardo Yuji Sado
Coordenador do PPGZO

P438v Peretti, Jaidson.

Variáveis fisiológicas, valor nutricional e cinética de degradação ruminal da aveia branca (*Avena sativa* L.) sob diferentes níveis de adubação nitrogenada – Dois Vizinhos: [s.n], 2014.
102 f.

Orientador: Douglas Sampaio Henrique.
Co-orientadora: Lilian Regina Rothe Mayer
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Zootecnia. Dois Vizinhos, 2014.
Inclui bibliografia

1.Alimentos- qualidade 2.Plantas forrageiras I.
Henrique,Douglas Sampaio, orient. II. Mayer, Lilian Regina Rothe, co-orient. III.Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos. IV.Título.

CDD: 631.81

À minha esposa Franciele e minha filha Katherine, pelo amor, carinho, apoio e auxílio na minha caminhada. E às minhas origens Peretti, Spricigo, Basegio e Kuhn.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

O apoio da UTFPR, *campus* Dois Vizinhos, professores, funcionários que auxiliaram e foram fundamentais para a realização deste trabalho.

A toda equipe de funcionários e professores do PPGZO, pela dedicação, respeito, competência e por proporcionar uma experiência única de vida acadêmica, meus mais sinceros agradecimentos.

Aos amigos de mestrado, Allan Patrick, Lucas, Michele, Andiará, Celso, Tádía e Cândida pela sua amizade e companheirismo no decorrer do cumprimento dos créditos, tenho um apreço enorme por vocês.

Aos amigos e alunos, Érica, Deivid, Rafael, Jucemara, Allan Patrick, Miguel, Anderson, Ediane, Dickson, Jhone Gleison, enfim, todos que auxiliaram meu muito obrigado.

Aos professores Américo Wagner Júnior e Jean Carlo Possenti pela co-orientação na pesquisa.

À co-orientadora Lilian Regina Rothe Mayer, pelo exemplo de dedicação, competência, conversas de apoio e incentivo, amizade e auxílio nesta minha jornada, meus mais sinceros e eternos agradecimentos, e a seu esposo, Valter Oshiro Vilela, pela amizade, e pelos almoços após as manhãs de trabalho no experimento, com um bom churrasco à moda sul mato-grossense, o meu paladar sentirá saudades.

Ao orientador Douglas Sampaio Henrique, pela grande personalidade, inteligência, ético, exemplo de professor, profissional, enfim, inúmeras qualidades, pelos seus auxílios, explicações, paciência, pelas frases de incentivo (“... a partir de agora eu serei seu pai, e a Lilian a sua mãe, ela te puxa à orelha no dia-a-dia e eu te surro no final de semana...”), pela sua amizade, o meus mais profundos desejos de sucesso e felicidade a você e toda a sua família (Kátia, Gabriel e Rafaela), pois você é merecedor, e uma gratidão eterna, a qual não existe meio ou palavras para expressar.

Não são as espécies mais fortes que sobrevivem nem as mais inteligentes, e sim as mais suscetíveis a mudanças.

Charles Darwin

Nenhum homem realmente produtivo pensa como se estivesse escrevendo uma dissertação.

Albert Einstein

RESUMO

PERETTI, Jaidson. Variáveis fisiológicas, valor nutricional e cinética de degradação ruminal da aveia branca (*Avena sativa* L.) sob diferentes níveis de adubação nitrogenada. 2014. 101 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

Foram determinadas as variáveis fisiológicas (experimento 1) de três genótipos de aveia (*Avena sativa* L) e o valor nutricional e a cinética de produção de gases da cultivar IPR 126 (experimento 2), adubadas com níveis de 0, 180, 360 e 720 kg ha⁻¹ de N. No experimento 1 avaliou-se a assimilação e a taxa de concentração intracelular de CO₂, taxa fotossintética, teor de clorofila, relação folha/colmo, número de perfilhos/planta, número de folhas/perfilho, área foliar e a produção de biomassa dos três genótipos. O delineamento experimental utilizado foi o fatorial 3 x 4 (espécie e dose de nitrogênio), com três repetições, efetuando análise de variância e comparação de medias pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância. Não houve diferença estatística entre as três cultivares para as variáveis analisadas, porém o tempo de corte apresentou diferença estatística, sendo que as melhores condições foram obtidas no segundo corte. No experimento 2 foram determinadas a composição química da cultivar IPR 126, assim como a estimativa dos parâmetros do modelo logístico bicompartimental para cinética de produção de gases (Vf_1 , Vf_2 , k_1 , k_2 e λ). O delineamento experimental foi blocos ao acaso, e utilizou-se o Critério de Informação de Akaike Corrigido (AICC) para a escolha da melhor matriz de variância e covariância. O nível de adubação causou aumento linear no teor de PB, e diminuição linear no teor de CT. O parâmetro λ variou de forma quadrática em função do nível de adubação. Os demais teores de nutrientes e parâmetros cinéticos não apresentaram variância significativa em função dos tratamentos. Não foi alcançada a fase assintótica da concentração de proteína, mesmo utilizando altas doses de nitrogênio.

Palavras-chave: adubação, bromatologia, cinética de produção de gases, forragicultura.

ABSTRACT

PERETTI, Jaidson. Physiological variables, nutritional value and ruminal degradation kinetics of oat (*Avena sativa* L.) under different levels of nitrogen fertilization. 2014. 101 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

We determined the physiological variables (experiment 1) of three oat genotypes (*Avena sativa* L) and the nutritional value and the gas production kinetics of cultivar IPR 126 (experiment 2), fertilized at levels of 0, 180, 360 and 720 kg N/ha. In experiment 1 we evaluated the assimilation and the rate of intracellular CO₂ concentration, photosynthesis, chlorophyll content, leaf/stem ratio, number of tillers/plant, number of leaves/tiller, leaf area, and the production of biomass of the three genotypes. The experimental design was a factorial 3 x 4 (species and nitrogen dose), with three repetitions, performing variance analysis and comparison of means by Duncan test at 5% significance level. There was no statistical difference between the three cultivars for any variable, but cutting time showed statistical significance, and the best conditions were obtained in the second cut. In experiment 2 were determined the chemical composition of cultivar IPR 126 and the estimation parameters of the two-compartment logistic model for gas production kinetics (Vf_1 , Vf_2 , k_1 , k_2 and λ). The experimental design was randomized blocks, and the Corrected Akaike Information Criterion (AICC) was used for choosing the best matrix of variance and covariance. The level of fertilization caused a linear increase in the CP content and linear reduction in TC content. The parameter λ varied in a quadratic pattern according to the level of fertilization. The other nutrient contents and kinetic parameters did not show significant variance in the treatments. The asymptotic phase of protein concentration was not reached, even using high doses of nitrogen.

Key-words: fertilization, food science, gas production kinetics, forage crops.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 1 - Concentração de nitrogênio e cortes a intervalos fixos em cultivares de aveia branca

Figura 1 - Dados de temperatura (°C) da Estação Meteorológica do campus Dois Vizinhos entre os meses de abril a setembro de 2013.....	55
Figura 2 - Dados de precipitação da Estação meteorológica do campus Dois Vizinhos entre os meses de abril a setembro de 2013	56

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1 - Concentração de nitrogênio e cortes a intervalos fixos em cultivares de aveia branca.	
Tabela 1- Massa de matéria seca (g) de três cultivares de aveia de acordo com três épocas de corte.....	57
Tabela 2 - Massa de matéria fresca (g) de três cultivares de aveia de acordo com três épocas de corte.....	57
Tabela 3 - Área foliar (cm ²) de três cultivares de aveia de acordo com três épocas de corte	58
Tabela 4 - Clorofila (C) – Índice de Clorofila Falker ¹ , Número de perfilhos (n ^o P), Número de folhas/perfilho (n ^o F/P), Planta inteira (PI), Folha (F), Colmo (C), Material morto (MM), Peso fresco (PF) e Peso seco (PS), de acordo com o tempo de coleta.....	59
Tabela 5 - Teores médios de clorofila (Índice de Clorofila Falker) das cultivares no período de abril a setembro de 2013.....	60
Tabela 6 - Análise de trocas gasosas no cultivar URS Taura, sob 4 doses de Nitrogênio, pelo IRGA – Infra-red Gas Analyzer, modelo LI-6400XT (LI-COR, Lincoln, Nebraska – USA)	61
Tabela 7 - Análise de trocas gasosas no cultivar IPR 126, sob 4 doses de Nitrogênio, pelo IRGA – Infra-red Gas Analyzer, modelo LI-6400XT (LI-COR, Lincoln, Nebraska – USA)	61
Tabela 8 - Análise de trocas gasosas no cultivar URS Guapa, sob 4 doses de Nitrogênio, pelo IRGA – Infra-red Gas Analyzer, modelo LI-6400XT (LI-COR, Lincoln, Nebraska – USA)	62
Capítulo 2 - Valor Nutricional e degradação ruminal da aveia branca (<i>Avena sativa</i> L.) cv. IPR 126 sob diferentes níveis de nitrogênio.	
Tabela 1 - Valores de critério de informação de Akaike para as estruturas de variância e covariância modeladas	99
Tabela 2 - Matriz escolhida pela diferença entre os valores de critério de informação de Akaike corrigido (Δr) para cada parâmetro, e respectivo valor p.....	100
Tabela 3 - Média e intervalo de confiança (IC) dos parâmetros em relação aos tratamentos.	101
Tabela 4 - Equações de regressão e respectivos valores de P para as variáveis bromatológicas e parâmetros da cinética de degradação.	102

LISTA DE EQUAÇÕES

Capítulo 1 - Concentração de nitrogênio e cortes a intervalos fixos em cultivares de aveia branca.

Equação 1 - $y_{ijk} = \mu + R_i + S_j + RS_{ij} + B_k + e_{ijkl}$ 53

Capítulo 2 - Valor nutricional e degradação ruminal da aveia branca (*Avena sativa* L.) cv. IPR 126 sob diferentes níveis de nitrogênio.

Equação 1 - $V_f = V_{f11} + e^{2-4k_1t-\lambda} + V_{f21} + e^{2-4k_2t-\lambda} + \varepsilon$ 70

Equação 2 - $y_{ijkl} = \mu + \tau_i + b_j + \tau_{bij} + \lambda_k + e_{ijkl}$ 70

Equação 3 - $\Delta r = AICC - AICC_{min}$ 71

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	NITROGÊNIO	18
2.2	BROMATOLOGIA	19
2.3	DIGESTIBILIDADE DOS ALIMENTOS	24
2.4	TÉCNICAS DE DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE	26
3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
	CAPÍTULO I	48
	Concentração de nitrogênio e cortes a intervalos fixos em cultivares de aveia branca	49
1	INTRODUÇÃO	50
2	MATERIAL E MÉTODOS	52
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4	REFERÊNCIAS	63
	CAPÍTULO II	65
	VALOR NUTRICIONAL E DEGRADAÇÃO RUMINAL DA AVEIA BRANCA (<i>Avena sativa</i> L.) cv. IPR 126 SOB DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO	65
	COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO RUMINAL DA AVEIA BRANCA (<i>Avena sativa</i> L.) cv. IPR 126 SOB DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO	66
	INTRODUÇÃO	66
	MATERIAIS E MÉTODOS	68
	RESULTADOS	72
	DISCUSSÃO	73
	REFERÊNCIAS	80
	CONCLUSÃO GERAL	103
	ÍNDICE DE APÊNDICES	105

1 INTRODUÇÃO

A alimentação animal baseada em pastagens é justificada pela sua viabilidade econômica (Fonseca et al., 2010). Estima-se que o custo de produção da pastagem corresponde a um terço de outras fontes de alimento, como feno, silagem e concentrados, justificando a sua importância de uso, além de atender exigências de mercado, ser capaz de oferecer melhores condições de sanidade, conforto animal e baixo custo de produção, além de auxiliar no sequestro de carbono, através do correto manejo das pastagens, minimizando assim os seus efeitos na atmosfera (ARAÚJO et al., 2008; BRAGA, 2010).

As forrageiras são a principal e mais barata fonte de energia para os ruminantes, sendo 50 a 80% da matéria seca formada por carboidratos, que são a principal fonte de energia para a microbiota ruminal (HENRIQUES, 2004).

Segundo Cardoso (2012), as forrageiras tropicais apresentam estacionalidade da produção, sendo a produtividade e qualidade muito diminuídas na estação seca ou fria no território brasileiro. Consequentemente, muitos danos são provocados, como redução na produtividade do leite, perda de peso dos animais ou até mesmo morte dos mesmos durante os períodos de escassez alimentar (TAFFAREL et al., 2010). Devido a essa condição de estacionalidade, se faz necessário a introdução de um planejamento forrageiro, adequado às condições climáticas do local e das espécies forrageiras disponíveis para uso na região (FONTANELI, 2005).

Seguindo esse raciocínio, as forrageiras temperadas são plantas que possuem a disponibilidade de serem cultivadas em regiões de climas quentes, desde que o inverno seja frio, como é o caso das regiões subtropicais, ou mesmo em regiões tropicais de altitude (NIMER, 1977; ROSO et al., 1999; MOREIRA et al., 2005; SOUZA et al., 2009; CARVALHO et al., 2010).

Um dos exemplares mais utilizados no período de inverno é a aveia. A sua origem é desconhecida, sendo que os primeiros vestígios foram encontrados no Egito. Com o passar dos tempos, chegou ao Sul da Europa, portando-se como planta invasora da cevada e do trigo e, posteriormente, dirigiu-se para as regiões Centro e Norte. Com climas mais frios, a aveia foi

ganhando espaço e, finalmente, domesticada como uma cultura alternativa (CROWDER et al. 1967; THOMAS, 1995).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Aveia é uma gramínea anual, pertencente à família *Poaceae*, gênero botânico *Avena*, tribo *Aveneae*, sendo composto por aproximadamente 450 espécies, mas as espécies mais cultivadas no Brasil são a *Avena sativa* L. (aveia branca), *Avena byzantina* C. Koch. (aveia amarela) e *Avena strigosa* Schreb. (aveia preta). Seu cultivo é bastante difundido no Brasil, sendo trazida pelos espanhóis, tendo um enorme salto de utilização nos anos de 1970, por possuir inúmeras possibilidades de utilização (grãos, forragens, cobertura de solo, rotação de culturas, alelopatia e adubação verde) (SÁ, 1995; FEDERIZZI et al., 1997; BORÉM, 1999; CABRAL et al., 2002; FLOSS et al., 2007; SKONIESKI et al., 2010; FRANCO, 2011; DE MORI et al, 2012).

As formas de cultivo da aveia (*Avena* spp.) incluem o consórcio ou a forma solteira. O consórcio pode ser realizado com outras plantas de clima tropical ou até mesmo de clima temperado, em virtude de sua alta produção de massa de matéria seca de excelente qualidade e resistência ao pisoteio, garantindo assim a eficiência do sistema de produção a baixo custo (MACARI et al., 2006). Alguns cuidados devem ser adotados, pois na região Sul do país, os invernos são úmidos, favorecendo o ataque da ferrugem (CHAVES e MARTINELLI, 2005; CARVALHO, et. al., 2010).

O ciclo da aveia é muito variável, ocorrendo de 120 até 200 dias dependendo do cultivar utilizado, da época de plantio e da localidade da implantação (FLOSS, 1988; DEMETRIO et al., 2009).

A espécie (*Avena sativa* L.), segundo Anderson e Kaufmann (1963), se destaca na produção de grãos, no rebrote e produção de forragem, por apresentar genótipos altos e de ciclo tardio. De um modo geral, o sistema radicular agressivo dessas aveias promove uma ótima agregação ao solo, além de ajudar e controlar a ocorrência de plantas daninhas, incorporar carbono no solo e reduzir a erosão (GOELLNER e FLOSS, 2001), bem como apresentar produções de 4,8 a 6,0 toneladas de matéria seca por hectare (ALCÂNTARA, 1980).

No decorrer dos anos a aveia branca vem ganhando espaço nas áreas agricultáveis do país, principalmente no Sul, onde ela desponta como um dos principais cultivos durante o período de inverno, pois apresenta características de interesse para a sua utilização em sistemas de integração lavoura-pecuária, caracterizada por uma excelente produção de massa verde para pastoreio e grãos, ou simplesmente sendo utilizada para cobertura em sistemas de plantio direto (SÁ, 1995; GOMES e REIS, 1999; SANTOS et al., 2009; CARVALHO et al., 2010).

A aveia branca apresenta as seguintes características: 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, que produz e armazena de um a três grãos do cereal (RIZZI, 2004). Em relação ao grão, o autor cita que é caracterizado como cariopse, por apresentar as características de frutos pequenos, indeiscentes, secos, semente única a cada fruto, revestida 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 formada por bainha, que inclui o entrenó caracterizando a parte inferior e a parte superior representada pelo limbo (WHITE, 1995).

A espécie *Avena sativa* L. possui muitas variedades selecionadas e adaptadas para determinadas regiões. Dentre os cultivares, aqueles que têm características de duplo-propósito, pastejados entre final de outono até meados do inverno, podem ser utilizados para ensilagem ou produção de grãos (SANTOS et al., 2009). Contudo, é necessária a avaliação de cultivares mais produtivos e adaptados também ao pastoreio direto (TAFERNABERRI JÚNIOR et al., 2012).

Vale ainda ressaltar que o estudo dos processos fisiológicos leva à descoberta da capacidade da planta de adaptar-se às condições edafoclimáticas, resultando em persistência na área, bem como, uma alta produção de biomassa aliada à qualidade, visando atender à produção animal

e a conseqüente síntese de tecido foliar para o pleno desenvolvimento da estrutura da forrageira o que implica na sobrevivência da mesma em condições de pastoreio (VIEIRA et al., 2000).

Pesquisadores vêm desenvolvendo, com o auxílio de novas tecnologias, cultivares de forrageiras anuais de inverno com ciclos vegetativos mais longos, possibilitando ao produtor utilizar materiais que atendam às suas necessidades e minimizem os problemas em relação à oferta de pastagens aos animais (BORTOLINI et al., 2005). Um exemplo disso é a aveia branca IPR 126, melhorada em 2005 pelo Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR, 2007), um genótipo de ciclo longo que proporciona oferta de volumoso por mais tempo durante o inverno, sendo indicada para produção de forragem, rotação de culturas e cobertura de solo para plantio direto (ADAMI e PITTA, 2012).

Alguns cultivares de aveia, quando manejados adequadamente em pastejo, têm apresentado elevados teores de proteína bruta (17 a 23%) e baixos teores de fibra em detergente ácido (27 a 34%) (CECATO et al., 1998). A qualidade da forragem de inverno depende, dentre outros fatores, do manejo ao qual são submetidas na fase de produção, como irrigação, fertilização, altura e frequência de cortes e condições de pastejo (ALVIM e CÓSER, 2000, citado por CECATO et al., 2002).

O IAPAR (2005), detentora de alguns genótipos de aveias, testou a aveia branca IPR 126 e a aveia preta IPR 61 durante três anos consecutivos. No parâmetro forragem (soma de cortes) obteve-se uma produtividade, em kg ha⁻¹ de MS, de 5.139 e de 4.529 para o IPR 126 e IPR 61, respectivamente. Em relação ao parâmetro cobertura ou palhada (corte único ao florescimento), a produtividade foi de 7.439 para o IPR 126 e de 8.454 para o IPR 61, em kg ha⁻¹ de MS.

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 ha⁻¹ de MS em três cortes. Além disso, essa variedade contém um alto porcentual de proteínas e pouca fibra devido à alta relação folha:colmo de 4,4/1 (IAPAR, 2005).

No entanto, o potencial genético das forrageiras, fatores relacionados ao solo, clima, técnicas de manejo, interferem na eficiência de utilização da adubação nitrogenada (HENRIQUES, 2004). Segundo Zamarchi (2013), o

ponto de máxima eficiência técnica se dá com o de máxima eficiência econômica.

2.1 NITROGÊNIO

O Nitrogênio é um elemento fundamental para a síntese da clorofila, sendo este o pigmento envolvido no processo da fotossíntese. O nível de deficiência de N e clorofila determina a utilização da luz do sol pela planta, como fonte de energia, para funções essenciais de produção de carboidratos e a absorção de nutrientes para seu desenvolvimento (LIMA et al., 2001). Já a disponibilidade de N estimula o crescimento e a atividade radicular, com reflexos positivos na absorção de outros nutrientes e na quantidade de Matéria Seca (MS) produzida pela aveia (SANTI et al., 2003).

A aplicação de N é fundamental para o desenvolvimento das plantas e pode melhorar a qualidade nutricional das forrageiras, pois influencia o teor de proteína bruta (MARTINS et al., 2000; RESTLE et al., 2002; MOREIRA e SIQUEIRA, 2006) e, em alguns casos, diminui o teor de fibra (BURTON e MONSON, 1988). Segundo Olson e Kurtz (1982), Santi et al. (2000) e Lima et al. (2001) o nitrogênio estimula o crescimento das raízes e a síntese de clorofila, aumentando a absorção de outros nutrientes e a quantidade de carboidratos produzida pela aveia.

Recomenda-se para a agricultura e pecuária a adoção de adubações mais eficientes, levando em consideração a dinâmica do N no sistema solo-planta e espécies específicas, podendo reduzir os custos e riscos ambientais ocasionados pelo não entendimento da correta aplicação e reposição de nutrientes ao solo (RESTLE et al., 1999).

Da mesma forma que a pouca ou a falta de adubação das pastagens interferem na produtividade e perpetuação das mesmas, altos níveis de adubação nitrogenada (superior a absorção pelas plantas) podem resultar em lixiviação, causando contaminação ambiental (DI e CAMERON, 2002) e lucros mais baixos, além do aumento na pressão osmótica do solo, devido principalmente à interação eletroquímica entre os sais e o tipo de solo (Latosolo Vermelho distroférico) encontrado na região, que acaba por dificultar a absorção de nutrientes pela planta e podendo levá-la até à

desidratação (EMBRAPA, 2006; AL-KARAKAI et al., 2009; SCHOSSLER et al., 2012).

O aumento na pressão osmótica do solo, devido ao aumento da quantidade de sais no solo, ou efeito salino, acaba por desestruturá-lo alterando suas taxas de infiltração da água, onde o mesmo tem dificuldade de competir pelas ligações químicas da argila com os sais, desfavorecendo a retenção e facilitando a lixiviação, podendo alterar as características físicas do solo, que acaba dificultando o crescimento, respiração, expansão radicular, absorção de água e fixação de CO₂ por parte da planta e facilitando a ocorrência de toxicidade iônica (RHOADES et al., 2000; TÁVORA et al., 2001; DI e CAMERON, 2002; AL-KARAKI et al., 2009; SCHOSSLER et al., 2012).

O efeito salino afeta a capacidade do solo em armazenar água, o que influencia diretamente a absorção dos nutrientes pela raiz da planta, principalmente o N, devido à água ser importante para este processo (SCHOSSLER et al., 2012), e também influencia na morfogênese da planta, diminuindo a área foliar, provavelmente pela adaptabilidade da planta ao estresse causado pelo efeito salino, onde estudos mostram que há efeito negativo nas mesmas quando expostas à alta concentração de sais no solo e baixas doses de N (TESTER e DAVENPORT, 2003)

A decomposição de matéria orgânica, oriunda de plantas presentes anteriormente no solo, é a principal fonte de N orgânico do solo, no entanto, este não está prontamente disponível, sendo necessário um processo de mineralização, o qual é dependente da relação C:N do resíduo vegetal presente no solo e também da disponibilidade de N do solo (SANTI et al., 2003), além de suas formas e disponibilidade da planta dependerem basicamente das condições espécies de culturas, de clima e solo (SARTOR, et al., 2011).

2.2 BROMATOLOGIA

Os nutrientes são encontrados na forma de proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas e minerais. Nessas condições, enfatiza-se a importância dos conceitos de valor nutritivo e de valor alimentício das espécies de plantas forrageiras (GOMIDE e QUEIROZ, 1994). Porém, de modo geral, os constituintes químicos das plantas forrageiras podem ser divididos em duas

grandes categorias, ou seja, aqueles que constituem a parede celular e aqueles presentes no conteúdo celular.

A matéria seca (MS), ponto inicial das análises dos alimentos, é determinada após a retirada da água do material (SILVA e QUEIROZ, 2002). Ela não é um nutriente, mas é nela que está contida a matéria orgânica e inorgânica, grupos de nutrientes mais importantes para o desenvolvimento dos animais. Na matéria inorgânica estão presentes os minerais, enquanto que a matéria orgânica é composta por carbono, hidrogênio, oxigênio e N na forma de proteína. Para determinar os teores de MS e umidade, é usada a determinação física pela extração da água pelo calor, não utilizando reagente químico (ALVES et al., 2008).

As exigências minerais são altamente dependentes do nível de produtividade de cada animal, que se não forem supridas, podem ocasionar diversas alterações reprodutivas e metabólicas (NRC, 1996; NRC, 2001).

Raramente as pastagens suprem às exigências minerais dos animais, tornando necessária a suplementação. As espécies forrageiras temperadas possuem maiores teores de minerais do que as de clima tropical (ALVES et al., 2008). Animais exclusivamente a pasto ou que recebem doses mínimas de concentrado, dependem muito dos minerais presentes nas gramíneas, que apresentam quantidades limitadas de muitos elementos, o que torna indispensável a suplementação mineral (BERCHIELLI et al., 2006).

A nutrição mineral envolve atributos físico-químicos dos elementos minerais biologicamente importantes. Esses atributos afetam interações entre solo, plantas e animais, incluindo problemas de disponibilidade de elementos e exigências das fontes alimentares (VAN SOEST, 1994).

As gorduras, óleos e outras substâncias lipídicas solúveis na MS são dissolvidos por meio da extração com éter, o qual evapora dessa solução gordurosa. O resíduo resultante é chamado de extrato etéreo (EE). Entretanto, dependendo do alimento, a porção de EE se constitui também por elementos que estão dissolvidos em gordura, como vitaminas e pigmentos lipossolúveis (VAN SOEST, 1994).

O EE é a fração mais energética presente nos alimentos. Os alimentos com maior teor de gordura apresentam maiores concentrações de nutrientes

digestíveis totais (NDT), pelo fato que a gordura fornece 2,25 vezes mais energia que os carboidratos (SILVA e QUEIROZ, 2002).

A Fibra é considerada o composto mais importante na nutrição e alimentação de ruminantes, pelo fato de serem os mais abundantes na MS de carboidratos, compreendendo a maior porção da parede celular das células vegetais. Devido às características nutricionais, a fibra é o composto que mais influencia a dinâmica digestiva nos animais ruminantes, pois esses componentes estruturais são degradados lentamente (NRC, 2001).

Anteriormente ao século XX, as análises de fibra eram quantitativas, através do método de Weende, proposto em 1894, que consistia na análise da fibra bruta, que subestimava os valores de fibra e superestima os valores do extrativo não nitrogenado (ENN) para os alimentos volumosos, resultando na superestimação do seu valor energético (VIEIRA, 1998).

A fibra é um componente crítico na alimentação, o que pode limitar a produtividade do animal, quando fornecida em excesso (NEUMANN, 2002). No entanto, os nutricionistas passaram a analisar a fibra não mais pelo método da fibra bruta (FB), que consiste de celulose com poucas quantidades de lignina e hemicelulose, e sim a utilizar os métodos de fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) para expressar a concentração de fibras e para o balanceamento de rações para ruminantes (LIMA, 2003). O método proposto por Van Soest e Wine (1967) consiste em fracionar os componentes fibrosos, favorecendo a possibilidade de precisão na estimativa do valor nutritivo das forrageiras, adaptado em nosso país por Silva e Queiroz (2002).

Em termos nutricionais, nos vegetais, os carboidratos podem ser classificados como carboidratos fibrosos (CF) e não fibrosos (CNF). Os primeiros compõem a parede celular vegetal, que, juntamente com a lignina, possuem funções de sustentação e proteção, representadas basicamente, pela celulose e hemicelulose, os quais são de lenta degradação e parcialmente disponíveis ao animal. Os CNF, representados pelos açúcares solúveis em água, amido e pectina, são rápida e completamente digestíveis pelo animal (MERTENS, 1987; MERTENS, 1996).

O FDN é extraído à base de detergente neutro, fazendo com que não dissolvam as frações indigestíveis ou lentamente digestíveis dos alimentos, constituída, basicamente por celulose, hemicelulose, lignina, proteína

danificada pelo calor, proteína da parede celular e os minerais. Já a parte solúvel do FDN (substâncias como a pectina e o conteúdo celular- proteínas, açúcares, amido e lipídios) é facilmente digerida pela ação do detergente neutro (SILVA e QUEIROZ, 2002).

Alves et al. (2008), para solucionar os problemas de contaminação, os resultados das análises da FDN expressas como livres de proteínas são corrigidas por meio de análises posteriores do nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), analisado pelo método de Kjeldahl, e de cinzas, pela combustão da amostra em forno mufla a 600°C (LICITRA et al., 1996).

O FDA é a porção menos digestível da parede celular das forrageiras, extraída a base de detergente ácido que faz a digestão do conteúdo celular, hemicelulose e minerais solúveis, sobrando um resíduo fibroso constituído de celulose, lignina, proteína danificada pelo calor, parte da proteína da parede celular e minerais insolúveis (VAN SOEST et al., 1991). Atualmente o FDA não é recomendado para determinar a fibra de forrageiras, mas é utilizado apenas com uma forma de preparar um resíduo de baixa proteína, para posterior análise de lignina (Udén, 2005).

De acordo com Van Soest (1994), é necessário discutir a fração chamada de Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (NIDA), contida na fração FDA. Para conhecer a NIDA é preciso determinar a FDA do alimento. O NIDN e o NIDA estão presentes nos resíduos de fibra, pois ocorrem naturalmente nas plantas (LICITRA et al., 1996).

A lignina consiste de polímero complexo de estrutura não totalmente conhecida. É atribuída à lignina a redução da digestibilidade da MS das espécies forrageiras, por apresentarem relação inversa, pois a concentração de lignina aumenta com a maturidade da planta diminuindo a digestibilidade. Sua composição, estrutura e quantidade variam com a espécie, tecido, órgãos, idade da planta e fatores ambientais (AKIN, 1989). A determinação de lignina é a partir da fibra em detergente ácido, a qual sofre ação do ácido sulfúrico a 72% (VAN SOEST, 1963).

Segundo Russel et al. (1992), as frações de proteínas e carboidratos e suas taxas de degradação são utilizadas para quantificar nutrientes disponíveis para dar suporte à fermentação ruminal dos dois grupos de microrganismos (os fermentadores de carboidratos fibrosos, que utilizam amônia como fonte de N,

e os fermentadores de carboidratos não fibrosos, que utilizam tanto amônia quanto aminoácidos ou peptídeos como fonte de N). As constituições desses compostos oscilam durante o ciclo da planta, pois a parede celular vegetal cresce para proporcionar estabilidade estrutural e conferir proteção e sustentação (VAN SOEST et al., 1991).

Com base no fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados, o método é analisado pelo Sistema de *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* (CNCPS) que apresenta dinâmica da degradação de N e carboidratos no rúmen, para que se consiga a máxima eficiência de síntese microbiana, redução das perdas energéticas e nitrogenadas ocasionadas pela fermentação ruminal. São modelos que estimam a quantidade de proteína microbiana sintetizada, do escape ruminal de nutrientes e, com isso, da proteína metabolizável, a partir dos dados das frações de carboidratos e proteínas, bem como de suas taxas de degradação (RUSSELL et al., 1992; SNIFFEN et al., 1992). Os carboidratos nas forrageiras totalizam cerca de 60 a 80% da matéria seca, principal fonte de energia para os seres vivos compreendidos nos primeiros níveis tróficos (VAN SOEST, 1994).

Os carboidratos são classificados de acordo com suas taxas de digestão, com isso Van Soest e Robertson (1985), propuseram a necessidade de fracioná-los. Obteve-se a fração A, representada pelos açúcares solúveis (glicose, dissacarídeos), os quais são prontamente fermentados no rúmen. Fração B1, que compreende o amido e a pectina, os quais apresentam taxas intermediárias de digestão. Fração B2, de degradação mais lenta e potencialmente digerível da parede celular (celulose e hemicelulose) e fração C, representada pela porção indigerível da fibra, compreendida pela lignina e FDN indigerível (SNIFFEN et al., 1992).

A proteína é dividida nas frações A, B1, B2, B3 e C. A fração A ou compostos nitrogenados não proteicos (NNP) das amostras é obtida pela diferença entre o teor de N total e o teor de N insolúvel em ácido tricloroacético (TCA). Para determinação da fração B1 a amostra é tratada com tampão borato-fosfato (TBF) e, da diferença entre o N total e o N insolúvel em TBF determina o N solúvel total. A fração B1 é a diferença, portanto, entre o N solúvel total e a fração A. A fração B3 é determinada pela diferença entre o (NIDN) e o (NIDA). A fração C, obtida pela determinação do NIDA e, a fração

B2 é então determinada subtraindo-se de 100 as somas das frações A, B1, B3 e C (LICITRA et al., 1996).

Assim, ao determinar todas essas frações, o profissional tem em mãos condições mais próximas do que ocorre no rúmen dos animais, podendo prever então, a produção de massa microbiana de maneira a manter o equilíbrio ruminal e elevar a eficiência de utilização dos alimentos volumosos, diminuindo custos e intensificando sistemas de produção a pasto.

2.3 DIGESTIBILIDADE DOS ALIMENTOS

No rúmen acontece o principal processo de digestão dos alimentos ingeridos pelos ruminantes, a fermentação, desencadeado pela alta concentração microbiana presente nesse órgão (VAN SOEST, 1994). O resultado desse processo é a capacidade de consumo de alimentos fibrosos, que possibilita uma vantagem aos ruminantes, não adquirida por outros animais, que é o aproveitamento de alimentos que contenham celulose e hemicelulose, resultando na formação de hexoses, pentoses e ácidos urônicos pela ação dos microrganismos, que são submetidos ao processo fermentativo ruminal, resultando em ATP, que é utilizado pelos microrganismos, e Ácidos Graxos Voláteis (AGV) que são absorvidos pela parede do rúmen, sendo os principais fornecedores de energia aos tecidos do animal (CHURCH, 1993).

Fatores como meio ambiente, potencial genético e/ou interação dos mesmos, resultam no sucesso ou insucesso do desempenho produtivo dos animais (VAN SOEST, 1994). Contudo o alimento volumoso pode ser caracterizado como de origem tropical ou temperada, no caso do tropical, alguns pontos como idade da planta, época do ano, adubação e manejo aplicado ao solo, composição nutricional, taxa de degradação ruminal e espécie podem influenciar a digestibilidade (VAN SOEST et al., 1991; VAN SOEST, 1994).

No 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 a respeito da degradação ruminal de variadas fontes alimentícias é de extrema importância (TONANI et al., 2001; HENRIQUES, 2004), pois desta forma pode-se maximizar e aperfeiçoar a produção animal.

Deve-se ainda, ter informações quanto ao 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 (LADEIRA et al., 2001).

O trabalho de Orskov e McDonald (1979) cita que fatores como 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, através da mensuração da produção de gases oriundos da digestão bacteriana, que podem melhor descrever o valor nutritivo dos alimentos (VAN SOEST, 1994).

O estágio de maturidade da planta forrageira influencia no valor nutricional, conforme a planta fica mais madura, a lignificação se intensifica, diminuindo a proporção folha/colmo (VAN SOEST, 1994). A produção e qualidade da forragem podem sofrer influência do intervalo de cortes estabelecidos, tendo queda na qualidade, quando estabelecidos intervalos de corte mais longos, porém com aumento na produção de matéria seca (FERREIRA et al., 2005).

Na escolha de uma forrageira, o teor de 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 momento 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, 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). No entanto, à medida que se adiciona compostos fibrosos na dieta de ruminantes, a taxa de degradação diminui (SOUZA et al., 2000).

Conforme Balsalobre et al. (2003) para se chegar a um senso comum sobre a degradação da matéria seca de diferentes porções de carboidratos e proteínas, é necessário sincronizar a degradação de ambos. Sistemas de produção a pasto normalmente apresentam baixos índices de produtividade normalmente relacionados ao manejo inadequado das forrageiras, como também, à qualidade e produção das espécies utilizadas.

Os componentes das plantas como celulose e hemicelulose geralmente são digeridos somente quando não ocorre lignificação. Porque a digestão não acontece por completo, com a incrustação de lignina, devido à incapacidade dos microrganismos em degradá-la (WHITEMAN, 1980), o que acarreta na diminuição da digestibilidade, que pode ser medida pela diferença entre o alimento ingerido e a quantidade defecada.

2.4 TÉCNICAS DE DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE

Em busca de quantificar a real utilização de um alimento pelo animal e quais porções se tornam disponíveis ao animal mediante a ação microbiana, técnicas de degradabilidade são aplicadas e testadas ao longo dos anos (FERRARI, 2003). Dispõe-se de técnicas como *In situ*, *in vivo* e *in vitro*, sendo que se destaca a digestibilidade *in vitro* por ser a mais usada pela sua praticidade, rapidez e custo reduzido, quando comparada às demais técnicas para fazer a análise de alimentos (OLIVEIRA et al., 1993; VAN SOEST, 1994).

A técnica de degradação *in vitro* possibilita além de avaliar o material resultante da digestão, quantificar e até identificar os resíduos da fermentação bacteriana, como os gases produzidos. 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 e produção de gases, ácidos da fermentação ou aderir à biomassa microbiana (RYMER et al., 2005).

A metodologia de *in vitro* busca simular o ambiente ruminal do animal ao qual o alimento fica exposto. Essa técnica é realizada através da 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, condições como temperatura de 39 C°, pH 6,9, anaerobiose e microrganismos deve ser mantidos para mimetizar com mais fidelidade o ambiente ruminal (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 como não fibrosos (SCHOFIELD et al., 1994; SCHOFIELD e PELL, 1995). Com isso obtêm-se os gases resultantes da degradação anaeróbica microbiana, dióxido de carbono, metano e ácidos graxos voláteis (SCHOFIELD e 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).

Segundo Krishnamoorthy et al. (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 por meio 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 promover a digestão por mais 48 horas, gerando um resíduo indigerível com compostos de matérias insolúveis em pepsina e microrganismos. Já Goering e Van Soest, (1970), 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.

Os teores de fibra, como 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 e Schofield (1993) citam que a interpretação da produção de gás oriunda da degradação ruminal, resultando no acúmulo de gás é, de certa forma, mais trabalhosa, pois necessita de modelos logísticos complexos, que quando comparada ao utilizado por outros autores que medem o desaparecimento (degradação) gravimétrico da fibra, onde a produção de gás é utilizada como uma medida do metabolismo do carbono.

OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho visa à reunião de dados acerca das características anatômicas de três cultivares de aveia branca (URS Guapa, IPR 126 e URS Taura) e sobre a composição química e cinética de produção de gases da IPR 126, submetidas a diferentes doses de nitrogênio, nas condições edafoclimáticas Cfa, com temperaturas médias anuais de 19 °C e pluviosidade de 1.500 mm anuais, latossolo vermelho distroférico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar as características anatômicas de três cultivares de aveia branca, submetidas a doses crescentes de adubação nitrogenada.

Avaliar a composição química da aveia branca IPR 126 adubada com diferentes níveis de nitrogênio.

Avaliar a cinética de degradação da aveia branca IPR 126 adubada com diferentes níveis de nitrogênio.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

AL-KARAKI, G.; AL-AJMI, A.; OTHMAN, Y. Response of Soilless Grown Bell Pepper Cultivars to Salinity. **Acta Horticulturae**, v. 807, n. 2, p.227-232, 2009

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

ALVES, Arnaud A., et al. Avaliação de alimentos para ruminantes no Nordeste do Brasil. In: I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, 2008, Fortaleza. **Anais...** I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal. v. 1. CD-ROM. Fortaleza, Ceará. BNB, 2008.

ANDERSON, L.J.; KAUFMANN, M.L. A study of oat varieties for use as ensilage. **Can. J. PlantSci.**, 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.

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.

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

BERCHIELLI, Telma T.; PIRES, Alexandre V.; OLIVEIRA, Simone. G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**, Jaboticabal, SP: FUNEP, p. 583, 2006.

BORÉM, Aluísio. **Melhoramento de Espécies Cultivadas**. Ed.: UFV - Viçosa, p. 817, 1999.

BORTONILI, P. C; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. de F.; Produção de forragem e de grãos de aveia branca sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2192-2199. 2005.

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

BURTON, G. W.; MONSON, W. G. Registration of "Tifton 78" bermudagrass. **Crop Science**, Madison, WI, United States of America. v. 28, n. 2, p. 187-188, 1988.

CABRAL, Luciano S. Frações de Carboidratos de Alimentos Volumosos e suas Taxas de Degradação Estimadas pela Técnica de Produção de Gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 2087-2098, 2000.

CABRAL, Luciano da S., et al. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.6, p. 2332-2339, 2002.

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

CARVALHO, Paulo C. F. 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.

CECATO, Ulysses, et al. Avaliação de cultivares e linhagens de aveia (*Avena spp.*). **Acta Scientiarum**, 20 (3): 347-354, 1998.

CECATO, Ulysses, et al. Pastagens para produção de leite. II Sul-Leite. **Anais...** Simpósio Sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, UEM-Maringá, p. 59-97, 2002.

CHAVES, Márcia S.; MARTINELLI, José A. Ferrugem da folha da aveia: aspectos epidemiológicos e perspectivas de controle através da resistência genética na região sul do Brasil. **R. bras. Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 397-403, out-dez, 2005.

CHURCH, D.C. The ruminant animal: Digestive physiology and nutrition. Waveland Press, Inc., Illinois, USA, 1993.

CROWDER, L.V.; et al. Oat forage production in the cool tropics as represented by Colombia. **Agronomy Journal**, v.59, n.1, p.80-82, 1967.

DE MORI, Claudia; et al. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da aveia. **Documentos online**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. ISSN 1518-6512, Agosto, 2012.

DEMETRIO, José V. **Rendimento de biomassa de genótipos de aveia submetidos a diferentes épocas de corte no sistema de integração lavoura-pecuária**. 2009. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2009.

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.

DI, H.J.; CAMERON, K.C. Nitrate leaching and pasture production from different nitrogen sources on a shallow stony soil under flood-irrigated dairy pasture. **Austr. J. Soil Res.**, 40:317-334, 2002.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, p. 412, 2006.

FEDERIZZI, Luiz C.; et al. Melhoramento genético de trigo e aveia no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1997, Lavras. **Anais**. Lavras: UFL, 1997. p. 127-146.

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.

FLOSS, Elmar. L. Manejo forrageiro de aveia (*Avena* sp.) e azevém (*Lolium* sp.). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. **Anais...** FEALQ: Piracicaba, p. 231-268, 1988.

FLOSS, Elmar L. et al. Crescimento, produtividade, caracterização e composição química da aveia branca. **Acta Sci. Anim. Sci.**, v.29, n.1, p. 1-7, Maringá, 2007.

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.

FONTANELI, Renato S. et al. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2116-2120, 2009.

FONTANELI, Roberta. S. **Produção de leite de vacas Holandesas em pastagens tropicais perenes no planalto médio do Rio Grande do Sul**. 2005. 175 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

FRANCO, Luciana. **Os poderes da aveia**. Revista Globo Rural. 2011. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI262565-18283,00OS+PODERES+DA+AVEIA.html>>. Acesso em: 27 de junho de 2013.

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.

GOELLNER, C. I.; FLOSS, E. L. **Insetos-pragas da cultura da aveia: biologia, manejo e controle**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2001. 96 p.

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. 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.

GOMIDE, José A.; QUEIROZ, Domingos S. Valor alimentício das *Brachiarias*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11, 1994. Piracicaba. **Anais...** FEALQ: Piracicaba, p. 223-247, 1994.

HENRIQUES, Lara T. **Frações de carboidratos e compostos nitrogenados e parâmetros da cinética de degradação ruminal dos carboidratos de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada**. 2004. 79 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2004.

IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná. Santa Helena, 2005. Disponível em: <<http://www.iapar.br/arquivos/File/folhetos/aveiapreta/aveiabranca/aveiabranca.html>>. Acesso em: 22 de julho 2013.

IAPAR - Instituto Agrônomo 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.

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.

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.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fraction of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p. 347-358, 1996.

LIMA, Milton L.M. **Análise comparativa da efetividade da fibra de volumosos e subprodutos**. 2003. 131 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2003.

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

MACARI, S.; et al. Avaliação da mistura de cultivares de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) com azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) sob pastejo. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.36, n.3, p. 910-915, mai-jun. 2006.

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

MARTINS, J.D.; RESTLE, J. & BARRETO, I.L. Produção animal em capim papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc) submetido a níveis de N. **Ci. Rural**, 30:887-892, 2000.

MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **J. Anima. Sci.**, 64:1548-1558. 1987.

MERTENS, D. R. Kinetics of Cell Wall Digestion and Passage in Ruminants In Forage Cell Wall Structure and Digestibility 1993. p. 535–570. In: H. G. Jung, D. R. Buxton, R. D. Hatfield and J. Ralph. **Forage Cell Wall Structure and Digestibility** (ed.). ISBN: 978-0-89118-238-2. Published: 1993.

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.

MOREIRA, A. L.; et al. Avaliação da aveia preta e de genótipos de aveia amarela para produção de forragem. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v. 21, p. 175-182, 2005.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2 ed. Lavras: Editora UFLA, 2006.

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.

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

NEUMANN, Mikael. **Avaliação, composição, digestibilidade, e aspectos metabólicos da fibra. Seminário de Bioquímica do Tecido Vegetal**. Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da UFRGS, p. 1-34, 2002.

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

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.

Olson, R.A.; Kurtz, L.T. Crop nitrogen requirements, utilization and fertilization. Pages 567–604 in F. J. Stevenson, ed. **Nitrogen in agricultural soils**. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI. 1982.

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*. **J. Dairy Sci.**, 76(9):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.

RESTLE, J.; ROSO, C. & SOARES, A.B. Produção animal e retorno econômico em misturas de gramíneas anuais de estação fria. **R. Bras. Zootec.**, 28:235-243, 1999.

RESTLE, J.; ROSO, C.; AITA, V.; NORBERG. J.L.; BRANDANI, I.V.; CERDÓTES, L. & CARRILHO, C.O. Produção animal em pastagem com gramíneas de estação quente. **R. Bras. Zootec.**, 31:1491-1500, 2002.

RHOADES, J. D.; et al. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. Estudos FAO Irrigação e Drenagem. 2000. 117p.

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.

RUSSELL, J. B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I - Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-61, 1992.

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.

SÁ, José P. G. **Utilização da aveia na alimentação animal**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1995.

SANTI, A.; AMADO, T.J.C.; ACOSTA, J.A.A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I - Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, 2000.

SANTI, A.; AMADO T. J. C.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I - influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. Seção VI - Manejo e conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p. 1075-1083, 2003.

SANTOS, Henrique P. et al. Gramíneas forrageiras de Inverno. In: FONTANELI, Renato S.; SANTOS, Henrique P.; FONTANELI, Roberto S. (Ed.). **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, cap.3, p. 41-78, 2009.

SARTOR, L.R.; ASSMAN, T.S.; SOARES, A.B.; ADAMI, P.F.; ASSMANN, A.L.; PITTA, C.S.R. Nitrogen fertilizer use efficiency recovery and leaching of an alexandergrass pasture. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:899-906, 2011.

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 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.

SCHOSSLER, Thiago R., et al. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 1 5 6 3 2012.

SILVA, Dirceu. J.; QUEIROZ, Augusto. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

SNIFFEN, C. 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, 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.

SOUZA, Fernando H. 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.

SKONIESKI, Fernando R.; et al. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, v. 32, n. 1, p. 27-32, 2010.

TAFERNABERRI JÚNIOR, V.; et al. Avaliação agrônômica de linhagens de aveia-branca em duas regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p. 41-51, 2012.

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, 2010.

TÁVORA, F.J.; et al. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.2, p. 441-446, 2001.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, n.5, p.503-527, 2003.

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.

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.

UÉDEN, P.; ROBINSON, P.H.; WISEMAN, J. Use of detergent system terminology and criteria for submission of manuscripts on new, or revised, analytical methods as well as descriptive information on feed analysis and/or variability. **Animal Feed Science and Technology**, 118, p. 181–186, 2005.

VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. **Use of detergents in the analysis of fibrous feeds**. IV Determination of plant cell-wall constituents, Cornell University, 1967.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B; LEWIS, B.A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. **J Dairy Sci** 743583-3597. 1991.

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

VIEIRA, Ricardo A. M. **Simulação da dinâmica de nutrientes no trato gastrintestinal: aplicação e validação de um modelo matemático para bovinos a pasto**. 1998. 104 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1998.

VIEIRA, Ricardo A. M.; et al. Fracionamento e cinética de degradação *in vitro* dos compostos nitrogenados da extrusa de bovinos a pasto. **Rev. Bras. Zootec.** Vol. 29, n. 3, p. 880-888, 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.

ZAMARCHI, Gustavo. **Composição bromatológica de silagem de aveia submetida à adubação nitrogenada e estádios fenológicos de ensilagem.** 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2013.

CAPÍTULO I

O capítulo a seguir corresponde a um artigo integrante desta dissertação submetido como manuscrito à “*Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*” (ISSN: 15199940) e, como tal, sua redação e edição foram preparadas segundo as normas deste periódico, normas essas constantes na página do mesmo na rede mundial de computadores conforme o endereço a seguir:

http://revistas.ufba.br/forms/Normas_RBSPA.pdf

Data de acesso: 14/07/2014.

Concentração de nitrogênio e cortes a intervalos fixos em cultivares de aveia branca

Concentration of nitrogen and cuts in a fixed intervals in oat cultivars

Concentração de nitrogênio e cortes a intervalos fixos em cultivares de aveia branca

Concentration of nitrogen and cuts in a fixed intervals in oat cultivars

PERETTI, Jaidson¹, HENRIQUE, Douglas Sampaio², MAYER, Lilian Regina Rothe², WAGNER JUNIOR, Américo², MILITÃO, Erica Rui³, SCHIMITZ, Rafael³, BOGER, Deividy Tiago³.

1 – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR; Campus Dois Vizinhos; Discente do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, PPGZO; Dois Vizinhos; Paraná, Brasil. jaidson_peretti@yahoo.com.br

2 - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR; Campus Dois Vizinhos; Docente do Departamento de Zootecnia, COZOO; Dois Vizinhos; Paraná, Brasil.

3 - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR; Campus Dois Vizinhos; Discente do Curso de Zootecnia; Dois Vizinhos; Paraná, Brasil.

Resumo

No Sul do Brasil, com temperaturas amenas e frequentes geadas no inverno, há uma demanda por forrageiras produtivas, de boa qualidade nutricional e que se adaptem às condições climáticas. As pastagens cultivadas de estação fria são alternativas para reduzir o período crítico da produção de forrageiras tropicais. O trabalho foi realizado na UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos, UNEP Culturas Anuais no período de abril a setembro de 2013. A área experimental foi constituída de 09 parcelas de 24 m² (3x8 m), divididos em três blocos, com espaçamento entre parcelas de 0,5 m totalizando uma área de 216 m². Avaliou-se à *Avena sativa* L., variedades IPR126, URS Guapa e URS Taura, comparando-as quanto ao crescimento e desenvolvimento, relacionado à produção de biomassa, de forma a recomendar como alimento volumoso para animais a pasto. Depois de implantado, efetuou-se um corte de padronização ao atingirem 25 cm de altura, e os cortes subsequentes foram realizados a cada 21 dias, mantendo altura para rebrota de 10 cm acima do solo. As parcelas foram subdivididas em áreas de 6 m², as quais receberam as doses de 0, 180, 360 e 720 kg de N ha⁻¹. Avaliou-se e quantificou-se a assimilação e a taxa de concentração intracelular de CO₂, taxa fotossintética, teor de clorofila, relação folha/colmo, número de perfilhos/planta, número de folhas/perfilho, área foliar para a produção de biomassa. Não houve diferença estatística entre as cultivares para as variáveis analisadas, porém o tempo de corte apresentou diferença estatística, sendo que as melhores condições foram obtidas no segundo corte.

Palavras-chave: *Avena sativa* L., Crescimento fisiológico, Forragem, Taxa de assimilação fotossintética.

Summary

In southern Brazil, with mild temperatures and frequent frosts, there is a demand for productive forage of good nutritional quality and to adapt to climate conditions.

Pastures grown cool season are alternatives to reduce the critical period of the production of tropical forages. The study was conducted at UTFPR - Two Campuses Neighbors, UNEP Annual Crops in the period April-September 2013. The experimental area consisted of 09 plots of 24 m² (3x8 m), divided into three blocks, with spacing between plots of 0.5 m with a total area of 216 m². We evaluated the *Avena sativa* L., varieties IPR 126, URS Guapa and URS Taura, comparing them as the growth and development related to biomass production, in order to recommend it as roughage feed on pasture. Once deployed, we performed a cut of standardization to reach 25 cm in height, and subsequent sections were performed every 21 days, keeping time to regrowth of 10 cm above ground. Were subdivided into areas of 6 m², which received doses of 0, 180, 360 and 720 kg N ha⁻¹. We evaluated and quantified the rate of assimilation and intracellular concentration of CO₂, photosynthetic rate, chlorophyll content, leaf / stem ratio, number of tillers / plant, number of leaves / tiller, leaf area and biomass production. There was no statistical difference among cultivars for the analyzed variables, but cutting time statistical difference, and the best conditions were obtained in the second cut.

Keywords: *Avena sativa* L., forage, Physiological growth, Rate of photosynthetic assimilation

1 INTRODUÇÃO

Segundo Amado et al. (2003), a elevada quantidade de resíduos mantidos na superfície, juntamente com a mínima mobilização do solo, prática adotada amplamente na agricultura moderna conhecida como plantio direto na palha, altera a dinâmica do Nitrogênio (N), refletindo, em questões de disponibilidade, nos cultivos subsequentes.

No entanto, a prática da adubação nitrogenada, a qual vem crescendo timidamente nos sistemas de manejos atuais, é um aspecto importante a ser considerado, pois a aplicação de N na pastagem, além de proporcionar maior rendimento, favorece uma distribuição mais uniforme da forragem além de um período maior de utilização aliado a uma produção maior, refletindo em um aumento na produção animal (NOVAKOWISKI et al., 2011).

A adubação nitrogenada no perfilhamento dos pastos anuais de inverno pode reduzir o vazio forrageiro e antecipar o início do pastejo, pois este elemento é fundamental ao crescimento de plantas (CASSOL et al., 2011) e pode limitar a sua produção de fitomassa (SANTI et al., 2003).

O Nitrogênio é um elemento fundamental para a síntese da clorofila, sendo este o pigmento envolvido no processo da fotossíntese. O nível de deficiência de N e clorofila determina a utilização da luz do sol pela planta, como fonte de energia, para funções essenciais de produção de carboidratos e a absorção de nutrientes para seu

desenvolvimento (LIMA et al., 2001). Já a disponibilidade de N estimula o crescimento e a atividade radicular, com reflexos positivos na absorção de outros nutrientes e na quantidade de Matéria Seca (MS) produzida pela aveia (SANTI et al., 2003).

O excesso de N leva ao aumento na pressão osmótica do solo, devido principalmente à interação eletroquímica entre os sais e o tipo de solo (Latosolo Vermelho distroférico) encontrado na região, que acaba por dificultar a absorção de nutrientes pela planta e podendo levá-la até à desidratação (EMBRAPA, 2006; AL-KARAKI et al., 2009; SCHOSSLER et al., 2012). Esse efeito salino, que ocorre no solo, acaba por desestruturá-lo e altera suas taxas de infiltração da água, onde a mesma tem dificuldade de competir pelas ligações químicas da argila com os sais, desfavorecendo sua retenção e facilitando a lixiviação, podendo alterar as características físicas do solo, que acaba dificultando o crescimento, respiração, expansão radicular, absorção de água e fixação de CO₂ por parte da planta e facilitando a ocorrência de toxicidade iônica (RHOADES et al., 2000; TÁVORA et al., 2001; AL-KARAKI et al., 2009; SCHOSSLER et al., 2012). Ela afeta a capacidade do solo em armazenar água, o que influencia diretamente a absorção dos nutrientes pela raiz da planta, devido à água ser importante para este processo, principalmente nutrientes como o N (SCHOSSLER et al., 2012).

Segundo Tester e Davenport (2003) o efeito salino também influencia na morfogênese da planta, diminuindo a área foliar, provavelmente pela sua adaptabilidade ao estresse causado pelo efeito salino, onde estudos por ele desenvolvidos mostram que há efeito negativo das plantas quando expostas à alta concentração de sais no solo e baixas doses de N.

Formas de manejo da planta utilizada devem obedecer a critérios e regras da região onde a mesma está inserida (ROCHA, 2007). A adoção de intervalos para pastoreio ou colheita da forragem obedece ao manejo ideal de utilização da planta ou o que melhor se adapta ou é costumeiramente adotado na região.

Segundo Silva e Sbrissia (2001), entre as técnicas de utilização de plantas forrageiras, fatores como índice de área foliar, altura de corte ou pastejo, taxa de expansão foliar e taxa de aparecimento foliar, são utilizados para definir o melhor momento de uso da forrageira, para obter o máximo de matéria verde possível.

O presente trabalho teve por objetivo, identificar e avaliar as variáveis fisiológicas de cultivares de aveia branca sob condições de corte a intervalos de 21 dias, com altas doses de adubação nitrogenada, além de correlacionar a área foliar, teor de

clorofila e taxa fotossintética com a produção de biomassa; relacionar as doses de nitrogênio com as variáveis de crescimento dos cultivares de aveia branca; mensurar o número de perfilhos/planta e número de folhas/perfilho e avaliar sua atuação na taxa fotossintética; verificar a relação folha/colmo dos cultivares; e avaliar a condição tempo na influência das variáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido na área experimental da UNEP Culturas Anuais, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos, localizado na região Sudoeste do Estado do Paraná. O mesmo desenvolveu-se no período entre abril e setembro do ano de 2013. O clima desta região é subtropical úmido mesotérmico, tipo Cfa, com temperaturas no mês mais quente superior a 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C de acordo com a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distróférrico de acordo com Embrapa (2006).

O preparo do solo foi realizado de forma convencional sob resteva de mucuna (*Mucuna aterrina* vc. *Mucuna* preta) de anos anteriores, com a aplicação da adubação de base de 145 kg ha⁻¹ com formulação pronta 08-20-10 (N-P-K) utilizando-se uma semeadora de plantio direto sobre a palha, com espaçamento entre linhas de 22 cm, anterior à semeadura. Em seguida, realizou-se adubação de cobertura com Nitrogênio, usando uréia fracionada em três aplicações: a primeira logo após o corte de padronização e as duas subsequentes aos 21 e 42 dias após o primeiro corte.

A área experimental constituiu-se de 09 parcelas de 24 m² (3x8 m), divididos em três blocos, com espaçamento entre parcelas de 0,5 m totalizando-se área de 216 m². A espécie avaliada foi a *Avena sativa* L., variedades IPR126, URS Guapa e URS Taura.

Posterior à implantação do experimento, efetuou-se um corte para a padronização dos genótipos quando estas atingiram uma altura média de 25 cm. Os cortes subsequentes foram realizados 21 dias após o corte de padronização, mantendo-se altura para rebrota de 10 cm acima do solo. As parcelas foram subdivididas em áreas de 6 m², as quais receberam as doses de 0, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de N a cada corte. Como foram feitos três cortes após o corte de uniformização, o total de N aplicado em cada área até o final do experimento foi de 0, 180, 360 e 720 kg ha⁻¹ de N. Uma das parcelas foi utilizada como controle e não recebeu adubação nitrogenada além da utilizada na implantação da cultura. Foram realizadas duas simulações pluviométricas, de 10

milímetros, para proceder com a adubação nitrogenada, devido a carência das mesmas no período de aplicação da ureia, sendo que a mesma foi realizada posteriormente à aplicação do N após as 18 horas.

A determinação das variáveis fisiológicas de crescimento foi dada por uma amostra de uma planta inteira retirada juntamente com as raízes. Ao final da colheita estas eram armazenadas em um equipamento de refrigeração para a sua posterior análise. Contou-se em o número de perfilhos por planta e número de folhas por perfilho. Após a contagem estas eram fracionadas manualmente em material vivo e senescente. O material vivo foi fracionado em folhas (lâminas foliares) e hastes (haste e pseudohaste - colmo). Após a separação de material vivo e senescente, realizou-se a pesagem em balança e os resultados foram posteriormente anotados.

A área foliar foi mensurada pelo equipamento CID Bio-Science, modelo CL - 202, sendo escolhidas três folhas intactas de cada amostra de planta da subparcela, coletadas no campo, com repetição em períodos de 21 dias.

As leituras das trocas gasosas (taxa fotossintética) iniciaram aproximadamente às 9 horas da manhã no dia de leitura 08 de agosto de 2013, utilizando o sistema aberto de medição de trocas gasosas equipado com um analisador infravermelho de gases (IRGA – *Infra-red Gas Analyzer*) modelo LI- 6400XT (LI-COR, Lincoln, Nebraska – USA), fonte artificial de luz vermelho e azul e sistema de injeção de CO₂. As avaliações foram realizadas nas folhas do terço médio, completamente desenvolvidas e saudáveis, de duas plantas por subparcela, no estágio fenológico de crescimento a cada 21 dias. As condições microclimáticas, na câmara de análise das amostras, foram mantidas constantes durante as leituras nos diferentes tratamentos, sendo: 1300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PAR (*Photosynthetic Active Radiation*), e a concentração de CO₂ mantida constante em 400 $\mu\text{mol CO}_2 \text{mol}^{-1}$.

O teor de clorofila foi analisado pelo clorofilômetro FALKER, sendo escolhidas quatro folhas aleatórias de cada subparcela, em que se procurou medir as folhas expandidas. Estas análises obedeceram também o intervalo de 21 dias, sendo realizadas anteriormente ao corte das parcelas.

O delineamento experimental utilizado foi o fatorial 3 x 4 (espécie e dose de nitrogênio), com três repetições. O modelo experimental utilizado segue descrito a seguir:

$$y_{ijk} = \mu + R_i + S_j + RS_{ij} + B_k + e_{ijkl} \quad (\text{Eq. 1})$$

em que:

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

μ = constante associada a todas as observações;

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

S_j = efeito das doses de adubação j ($j= 1,2,3,4$);

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

B_k = efeito do bloco l ;

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

A análise estatística para avaliação dos resultados foi realizada com o uso do programa SANEST (ZONTA e MACHADO, 1984), efetuando análise de variância e comparação de medias pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos a campo não apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) entre as cultivares para as variáveis analisadas indicando que, para as condições em que o experimento foi conduzido, todos os genótipos de aveia branca estudada se apresentaram viáveis, nas condições climáticas encontradas entre os meses de abril a setembro de 2013, ou seja, apresentaram capacidade produtiva para a sua utilização como forrageira.

Nota-se na Figura 1 que as temperaturas foram mais altas nos meses de abril e começo de maio, não ocorrendo intensas chuvas nestes meses, principalmente na segunda quinzena de abril a começo de maio de acordo com a Figura 2, sendo necessária a realização de duas irrigações neste tempo simulando uma precipitação de 10mm, para favorecer o desenvolvimento das plantas no início do experimento.

Figura 1 - Dados de temperatura (°C) da Estação Meteorológica do campus Dois Vizinhos entre os meses de abril a setembro de 2013



Fonte: INMET (2014)

Houve intensas precipitações no mês de maio, após uma seca prolongada (Figura 2). Essas condições de veranico e excesso de precipitação na implantação do experimento determinaram o atraso no corte de padronização e na diminuição dos cortes efetuados ao longo do período experimental, bem como podem ter prejudicado no desenvolvimento do stand inicial de plantas.

Observamos também uma maior precipitação no começo da segunda quinzena de junho se estendendo até o começo de julho, o que dificultou o corte, contudo não causou danos expressivos ao experimento e às análises realizadas.

Figura 2 - Dados de precipitação da Estação meteorológica do campus Dois Vizinhos entre os meses de abril a setembro de 2013



Fonte: INMET (2014)

Entretanto, de forma geral, podemos observar que o período experimental foi de baixa precipitação com temperaturas elevadas, condições atípicas para os períodos de inverno e primavera, podendo ter interferido na absorção de nitrogênio pelas plantas, pois a fonte de suplementação utilizada foi a uréia, e a mesma necessita de condições de umidade e temperatura para serem melhores aproveitadas pelas plantas. Das variáveis analisadas, o tempo dos cortes apresentou diferença estatística em nível de 5% de significância pelo teste de Duncan, quando analisamos os itens massa de matéria seca (Tabela 1), massa de matéria fresca (Tabela 2) e área foliar (Tabela 3).

Tabela 1- Massa de matéria seca (kg ha⁻¹) de três cultivares de aveia de acordo com três épocas de corte

Cultivares	Tempo dos cortes		
	27/07/2013	17/08/2013	07/09/2013
URS Guapa	0,0675 bA*	0,0521 aB	0,0242 abB
IPR 126	0,0653 bA	0,0351 abAB	0,0204 bB
URS Taura	0,1042 aA	0,0275 bB	0,0385 aA
CV (%)	26,36		

* Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Massa de matéria fresca (kg ha⁻¹) de três cultivares de aveia de acordo com três épocas de corte

Cultivares	Tempo dos cortes		
	27/07/2013	17/08/2013	07/09/2013
URS Guapa	0,369 bA*	0,353 aA	0,173 abB
IPR 126	0,397 abA	0,243 abA	0,142 bA
URS Taura	0,555 aA	0,214 bA	0,271 aA
CV (%)	26,23		

* Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Pode-se verificar na Tabela 1, que as cultivares URS Guapa e IPR 126, ao primeiro corte, foram inferiores a cultivar URS Taura em relação a variável massa de matéria seca.

Castagnara et al (2010) ao realizar experimento com aveia preta em diferentes épocas de colheita observou aumento nas produções de massa de matéria seca com o aumento das idades de rebrota, sendo esse resultado esperado devido ao acúmulo de biomassa.

A produção de massa de matéria seca, bem como a de massa de matéria fresca, é altamente influenciada pelas condições climáticas, ocorrendo mais em aveias brancas ao se comparar com aveias pretas, pois a interrupção do ciclo vegetativo e o estímulo ao florescimento ocorrem por elevação da temperatura, indicando à planta, que o período de luminosidade e temperatura baixas cessou, promovendo a formação de sementes.

Contudo observa-se que para massa de matéria fresca (Tabela 2), a URS Taura foi superior a URS Guapa, indicando o acúmulo de água, provavelmente associados aos tecidos foliares, de maiores teores proteicos e de carboidratos não fibrosos.

Para os outros períodos de corte, observamos que apenas a URS Guapa foi superior à URS Taura no 2º corte, quanto às massas de matéria fresca. Entretanto, já para a massa de matéria seca no último corte, somente URS Taura foi superior estatisticamente à IPR 126.

Bortolini et al (2004) observaram que a aveia branca, quando não submetida a regime de pastejo, apresenta maior produção de massa de matéria e observaram também decréscimo na massa de matéria seca acumulada, afirmando que as diferenças nas respostas se devem, principalmente, à capacidade das plantas de produzirem novos filhotes após o corte.

Quanto à área foliar (Tabela 3), podemos verificar que apenas no último corte obtemos diferença estatística entre os cultivares, sendo URS Taura inferior às demais.

Tabela 3 - Área foliar (cm²) de três cultivares de aveia de acordo com três épocas de corte

Cultivares	Tempo dos cortes		
	27/07/2013	17/08/2013	07/09/2013
URS Guapa	115,74 aA*	126,70 aA	113,19 aA
IPR 126	109,53 aA	123,95 aA	157,14 aA
URS Taura	93,37 aA	133,54 aA	101,40 bB
CV (%)	33,48		

* Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Apesar da área foliar da URS Taura ter sido inferior às demais no último corte, sua massa de matéria seca foi superior, tal condição foi possível em virtude do aumento do número de perfilhos do primeiro ao último corte, como pode ser verificado na Tabela 4.

Tabela 4 - Clorofila (C) – Índice de Clorofila Falker¹, Número de perfilhos (n° P), Número de folhas/perfilho (n° F/P), Planta inteira (PI), Folha (F), Colmo (C), Material morto (MM), Peso fresco (PF) e Peso seco (PS), de acordo com o tempo de coleta.

Cortes	Tempo dos cortes								
	C (ICF ¹)	n° P	n° F/P	PI (g/m ^a)	F (g)	C (g)	MM (g)	PF (g)	PS (g)
27/07/13	551,86 b*	6,85 b	2,67b	19,79 b	11,01 b	8,11 b	2,10 b	437,01 a	78,05 a
17/08/13	602,97 a	10,19 a	2,98 ab	19,91 b	13,19 b	6,08b	2,09 b	267,22 b	38,16 b
07/09/13	557,29 b	9,9 a	3,15 a	43,67 a	26,04 a	16,51 a	4,09 a	192,47 b	27,21 b
CV (%)	4,31	22,39	9,43	35,93	36,11	44,84	30,90	26,23	26,36

* Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Ao avaliar a Tabela 4, verificamos que no conjunto, os melhores indicadores foram obtidos no segundo corte, em se pensando em produção animal a pasto. Tal pode ser indicado em função de apresentar os maiores valores de números de perfilhos, número de folhas/perfilho, peso de massa foliar, peso de colmo e peso de material seco.

Castagnara et. al (2010) ao avaliar as proporções de folhas e de colmos em cultivares de aveia preta em diferentes idades de corte verificou que houve comportamento inverso em resposta às idades de rebrota, enquanto as proporções de folhas decresceram linearmente, já os colmos apresentaram crescimento linear.

O que se busca ao trabalhar com um genótipo destinado ao pastoreio, é que o mesmo apresente maior produção de folhas (peso de massa foliar) e menos peso de colmos, pois os nutrientes que atendem as exigências nutricionais dos animais e que são facilmente digeridos e absorvidos se encontram no parênquima foliar ao invés de colmos, sendo que estes apresentam maiores teores de tecidos como parênquima de preenchimento e esclerênquima, dificultando a digestibilidade pelos microrganismos ruminais.

Variáveis como relação folha/colmo e densidade e altura do relvado também interferem na ingestão de alimento em um sistema de pastejo. Aliado a isso, o estímulo ao perfilhamento, que é maior nos estádios iniciais de desfolhação, diminui nos estádios tardios de desenvolvimento das plantas reduzindo assim, também, a oferta de forragem (MUNDSTOCK, 1999).

Langer (1963) comenta que, geralmente, com a elevação da temperatura, as plantas iniciam a diferenciação do meristema apical e também o alongamento do colmo, reduzindo assim, a relação folha/colmo.

Observando-se a Tabela 4, verifica-se que a proporção de folha e colmo aumentou, conforme o período de corte das plantas, observação também encontrada por Assmann et. al (2010), que obteve influência dos períodos sobre a relação folha/colmo, em que o tipo de manejo influenciou esta proporção, que foram melhores nas parcelas com adição de nitrogênio. Com o uso da adubação nitrogenada, esta aumenta a densidade e a produção de folhas no perfil da pastagem.

Sobre os teores de clorofila observados na Tabela 5, a IPR 126 apresentou maiores valores que a URS Guapa. Tal condição pode ser corroborada ao se analisar em conjunto as variáveis de trocas gasosas (Tabela 6, 7 e 8), em que se observa que apesar das doses de adubação nitrogenada tenham variado o indicador médio de fotossíntese (Photo) para IPR 126 foi maior que as demais. As temperaturas foliares para URS Guapa foram as mais baixas, proporcionando atividade bioquímica de fixação de CO₂ (Ci), manutenção dos estômatos abertos que permitiram trocas com o ambiente, e taxa de transpiração diminuída (Trmmol).

Tabela 5 - Teores médios de clorofila (Índice de Clorofila Falker) das cultivares no período de abril a setembro de 2013

Cultivares	Clorofila
URS Guapa	555,77 a*
IPR 126	586,08 a
URS Taura	569,74 a
CV (%)	4,31

* Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 6 - Análise de trocas gasosas no cultivar URS Taura, sob 4 doses de Nitrogênio, pelo IRGA – Infra-red Gas Analyzer, modelo LI-6400XT (LI-COR, Lincoln, Nebraska – USA).

Variáveis									
Cultivar	Doses de N	WUE	Photo	Cond	Ci	Trmmol	CTLeaf	Área	TLeaf
URS Taura	0	0,493	27,64	0,287	203,17	5,73	31,40	2,77	31,40
	180	0,725	19,80	0,125	86,90	2,94	31,95	2,92	31,95
	360	0,596	22,98	0,169	148,07	3,85	31,79	3,3	31,79
	720	0,470	25,74	0,270	208,34	5,48	31,43	3,3	31m43
Médias		0,570	24,04	0,212	161,62	4,5	31,64	3,07	31,64

WUE – Eficiência no uso de água (%); Photo – Taxa de assimilação de CO₂ (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹); Cond – Condutância para H₂O (μmol H₂O m⁻² s⁻¹); Ci – Concentração intercelular de CO₂ (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹); Trmmol – Taxa de transpiração (mmol H₂O m⁻² s⁻¹); Ctleaf – Temperatura da folha calculada (°C); Área – Área da folha avaliada (cm²); Tleaf – Temperatura do termopar da folha (°C).

Tabela 7 - Análise de trocas gasosas no cultivar IPR 126, sob 4 doses de Nitrogênio, pelo IRGA – Infra-red Gas Analyzer, modelo LI-6400XT (LI-COR, Lincoln, Nebraska – USA).

Variáveis									
Cultivar	Doses de N	WUE	Photo	Cond	Ci	Trmmol	CTLeaf	Área	TLeaf
IPR 126	0	0,453	25,73	0,404	251,17	5,36	30,25	5,1	29,37
	180	0,474	26,38	0,473	259,32	5,58	29,62	4,95	29,62
	360	0,443	23,13	0,406	262,85	5,21	29,96	5,55	29m96
	720	0,397	24,07	0,494	278,61	6,05	29,94	5,1	29,94
Médias		0,436	24,82	0,444	262,98	6,51	32,44	5,17	29,72

WUE – Eficiência no uso de água (%); Photo – Taxa de assimilação de CO₂ (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹); Cond – Condutância para H₂O (μmol H₂O m⁻² s⁻¹); Ci – Concentração intercelular de CO₂ (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹); Trmmol – Taxa de transpiração (mmol H₂O m⁻² s⁻¹); Ctleaf – Temperatura da folha calculada (°C); Área – Área da folha avaliada (cm²); Tleaf – Temperatura do termopar da folha (°C).

Tabela 8 - Análise de trocas gasosas no cultivar URS Guapa, sob 4 doses de Nitrogênio, pelo IRGA – Infra-red Gas Analyzer, modelo LI-6400XT (LI-COR, Lincoln, Nebraska – USA).

		Variáveis							
Cultivar	Doses de N	WUE	Photo	Cond	Ci	Trmmol	CTLeaf	Área	TLeaf
URS Guapa	0	0,416	21,85	0,560	301,03	5,26	28,11	4,65	28,11
	180	0,412	21,95	0,618	304,37	5,35	28,08	4,83	28,08
	360	0,495	20,91	0,370	273,01	4,22	28,57	4,8	28,57
	720	0,438	21,44	0,547	297,39	4,87	28,33	5,4	28,33
Médias		0,440	21,54	0,523	293,95	4,92	28,27	4,92	28,27

WUE – Eficiência no uso de água (%); Photo – Taxa de assimilação de CO₂ ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); Cond – Condutância para H₂O ($\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); Ci – Concentração intercelular de CO₂ ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); Trmmol – Taxa de transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); Ctleaf – Temperatura da folha calculada ($^{\circ}\text{C}$); Área – Área da folha avaliada (cm^2); Tleaf – Temperatura do termopar da folha ($^{\circ}\text{C}$).

A interação entre fatores que favorecem a fotossíntese beneficia a ação da Rubisco, enzima responsável pela fixação do carbono atmosférico e pela produção de energia. No entanto, em uma situação onde a concentração de O₂ é maior, ocorre a fotorrespiração, ou seja, não ocorre a fixação de CO₂ (TAIZ e ZEIGER, 2013).

O Nitrogênio é um elemento essencial, pois está presente em proteínas que atuam no metabolismo da planta, sendo que a capacidade fotossintética está diretamente relacionada com o teor de nitrogênio, aumentando a atividade das enzimas que participam neste processo. O nitrogênio, na planta influencia na expressão de genes para a síntese de enzimas carboxilativas como a Rubisco, e a concentração também influencia na distribuição de carboidratos dentro da planta, o que afeta o crescimento e produtividade da mesma, tendo assim forte correlação entre o nitrogênio e a produção de biomassa (MARENCO e LOPES, 2005; TAIZ e ZEIGER, 2013).

Os dados obtidos neste experimento comprovam o descrito por Taiz e Zeiger (2013) e Marengo e Lopes (2005), onde os teores de nitrogênio proporcionaram maiores concentrações de clorofila em função do genótipo, além de taxas fotossintéticas diferentes.

Em razão dos valores obtidos neste trabalho, conclui-se que qualquer um dos genótipos de aveia branca estudados podem ser utilizados, na região Sudoeste do Paraná, para alimentação animal.

Os teores de nitrogênio afetaram os índices de clorofila e taxa fotossintética, demonstrando sua utilização pela planta.

A temperatura e a precipitação influenciaram as variáveis estudadas por alterarem o ciclo da aveia branca, induzindo ao florescimento.

Os melhores indicadores foram obtidos no segundo corte, em se pensando em produção animal a pasto, pois estes apresentaram maiores valores de perfilhos, folhas/perfilhos, peso de massa foliar, colmo e material seco, apresentando assim potencial para a produção de biomassa.

4 REFERÊNCIAS

AL-KARAKI, G.; AL-AJMI, A.; OTHMAN, Y. Response of Soilless Grown Bell Pepper Cultivars to Salinity. **Acta Horticulturae**, v. 807, n. 2, p.227-232, 2009

AMADO, T. J. C.; SANTI, A.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. II - influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 27:1085-1096, 2003.

ALVARES, Clayton A., et al. Köppen's climates classification map for brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Fast Track DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

ASSMANN, T. S. et al. Produção de gado de corte e de pastagem de aveia em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1387-1397, 2010.

BORTOLINI, P. C.; et al. Winter cereals submitted to cuts in Double purpose system. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.33, n.1, p. 45-50, 2004.

BORTONILI, P. C; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. de F.; Produção de forragem e de grãos de aveia branca sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2192-2199. 2005.

CASSOL, L. C.; et al. Produtividade e composição estrutural de aveia e azevém submetidos a épocas de corte e adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.4, p. 438-443, jul/ago, 2011.

CASTAGNARA, D. D.; et. al. Características estruturais e produtivas da aveia preta comum em cinco idades de rebrota na região Oeste do Paraná. **Cultivando o saber**. v.3, n.2, p.116-129, 2010.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, p. 412, 2006.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 04 de junho de 2013.

INMET- **Instituto Nacional de Metrologia**. **Estações Automática** – Gráficos. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf> Acesso em: 08 de fevereiro de 2014.

LANGER, R. H. M. Tillering in herbage grasses. **Herbage Abstract**, v.35, n.3, p.141-148, 1963.

- LIMA, E. V.; et al. Adubação NK no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no florescimento do feijoeiro. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.125-129, 2001.
- MARENCO, R. A; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal**. Viçosa: Editora UFV, 2005.
- MUNDSTOCK, C. M. **Manejo para duplo propósito**. In MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre, p-207-210, 1999.
- NOVAKOWISKI, J. H.; et al. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1687-1698, 2011.
- ROCHA, M. G. da. Produção e qualidade de forragem da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.7-15, 2007.
- RHOADES, J. D.; et al. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. Estudos FAO Irrigação e Drenagem. 2000. 117p.
- SANTI, A.; AMADO T. J. C.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I - influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. Seção VI - Manejo e conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p. 1075-1083, 2003.
- SCHOSSLER, Thiago R., et al. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 1 5 6 3 2012.
- SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. A planta forrageira no sistema de produção. In: PEIXOTO, A.M.; PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C.; et al. (Eds). Simpósio sobre manejo da pastagem: a planta forrageira no sistema de produção. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 71-88. 2001.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, n.5, p.503-527, 2003.
- TÁVORA, FJ.; et al. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.2, p. 441-446, 2001.
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **SANEST - Sistema de Análise Estatísticas para Microcomputadores**. Pelotas: UFPel, 1984. 75 p.

CAPÍTULO II

O capítulo a seguir corresponde a um artigo integrante desta dissertação submetido como manuscrito à “*Revista Brasileira de Zootecnia*” (ISSN: 1806-9290) e, como tal, sua redação e edição foram preparadas segundo as normas deste periódico (com exceção da língua, pois o artigo ainda será traduzido para o inglês), normas essas constantes na página do mesmo na rede mundial de computadores conforme o endereço a seguir:

http://www.sbz.org.br/files/normas_pt/30.pdf

Data de acesso: 14/07/2014.

**VALOR NUTRICIONAL E DEGRADAÇÃO RUMINAL DA AVEIA BRANCA
(*Avena sativa* L.) cv. IPR 126 SOB DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO**

**Nutritional value and ruminal degradability of White oat (*Avena sativa* L.)
cv. IPR 126 under nitrogen levels**

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO RUMINAL DA AVEIA BRANCA (*Avena sativa* L.) cv. IPR 126 SOB DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO

Nutritional value and ruminal degradability of White oat (*Avena sativa* L.) cv. IPR 126 under nitrogen levels

Jaidson Peretti¹; Douglas Sampaio Henrique²; Lilian Regina Rothe Mayer²; Jucemara Aparecida Rösler³, Rafael Schmitz³, Deividly Tiago Boger³, Erica Rui Militão³

¹ Discente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos.

² Docente do Curso de Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos.

³ Discentes do curso de Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos.

RESUMO

O presente trabalho visa à reunião de dados sobre a composição bromatológica e perfil de degradação da IPR 126, adubada com níveis de 0, 180, 360 e 720 kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia, sendo aplicadas na implantação e após cada corte, com intervalo de 21 dias entre cortes. As análises da composição química abordaram a MS, MM, EE, PB, FDN, FDA, LIG, PIDN, PIDA, CT e CHOs, conforme metodologia usual, e estimou-se os parâmetros de cinética de degradação: Vf_1 , Vf_2 , k_1 , k_2 e λ , pertencentes ao modelo logístico bicompartimental. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, e a estrutura da matriz R adequada para cada parâmetro foi escolhida a partir da diferença entre os valores de Critério de Informação de Akaike Corrigido (AICC) representado pelo Δ_r . O nível de adubação causou aumento linear no teor de PB, e diminuição linear no teor de CT. O parâmetro λ variou de forma quadrática em função do nível de adubação. Os demais nutrientes e parâmetros não apresentaram variância significativa em função dos tratamentos. Não foi alcançada a fase assintótica da concentração de proteína, mesmo utilizando altas doses de nitrogênio.

Palavras chaves: Adubação, bromatologia, cinética de produção de gases, forragicultura,

INTRODUÇÃO

No sul do Brasil, devido à estação fria bem definida caracterizada pela redução do foto-período, temperaturas baixas e ocorrência de geadas, a utilização de espécies

frrageiras anuais adaptadas a estas condições é uma boa estratégia para alimentar o gado quando as frrageiras tropicais são escassas (Nimer, 1977; Souza et al., 2009). Nessa região são comumente usadas as gramíneas de clima temperado como a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), a aveia branca (*Avena sativa* L.), o azevém (*Lolium multiflorum*) e o trigo (*Triticum aestivum* L.) (Roso et al., 1999; Carvalho et al., 2010; Moreira et al., 2005).

No decorrer dos anos a aveia branca vem ganhando espaço nas áreas agricultáveis do país, principalmente no Sul, onde ela desponta como um dos principais cultivos durante o período de inverno, pois apresenta características de interesse para a sua utilização em sistemas de integração lavoura-pecuária, caracterizada por uma excelente produção de massa verde para pastoreio e grãos ou simplesmente sendo utilizada para cobertura em sistemas de plantio direto (Sá, 1995; Gomes e Reis, 1999; Santos, 2009; Carvalho et al., 2010).

A aveia branca IPR 126, melhorada em 2005 pelo Instituto Agrônômico do Paraná (Iapar, 2007) é um genótipo de ciclo longo que proporciona oferta de volumoso por mais tempo durante o inverno, sendo indicada para produção de forragem, rotação de culturas e cobertura de solo para plantio direto (Adami e Pitta, 2012).

A aplicação de N é fundamental para o desenvolvimento das plantas e pode melhorar a qualidade nutricional das frrageiras, pois influencia o teor de proteína bruta (Moreira e Siqueira, 2006) e, em alguns casos, diminui o teor de fibra (Burton e Monson, 1988). Segundo Olson e Kurtz (1982), Santi et al. (2000) e Lima et al. (2001) o nitrogênio estimula o crescimento das raízes e a síntese de clorofila, aumentando a absorção de outros nutrientes e a quantidade de carboidratos produzida pela aveia. Por outro lado, níveis muito altos de N causam o aumento na pressão osmótica do solo

devido ao excesso de sais solúveis, o que pode desidratar a planta, mesmo em solos úmidos (Embrapa, 2006; Al-Karakai et al., 2009; Schossler et al., 2012).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a composição química e a cinética de produção de gases da aveia branca (*Avena sativa* L.) IPR 126 submetida a doses crescentes de adubação nitrogenada e cortada em intervalo de tempo fixo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho de campo foi realizado na região sudoeste do estado do Paraná, Brasil, com altitude de 520 m, latitude de 25°44 Sul e longitude de 54°04 Oeste (Maack, 1968). O clima é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa), segundo a classificação de Köppen (Alvares et al., 2013), e com o solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa (Embrapa, 2006). Foi realizado no período de abril a setembro de 2013, sendo a área experimental constituída por três parcelas de 24 m² (3 x 8m), divididos em três blocos, com espaçamento entre parcelas de 0,5 m, totalizando uma área de 80 m². As parcelas foram subdivididas em áreas de seis m².

O preparo convencional do solo, sob resteva de mucuna (*Mucuna aterrina* vc. Mucuna preta), foi realizado com adubação de base de 145 kg ha⁻¹ da formulação pronta 08-20-10 (N-P-K) utilizando-se uma semeadora de plantio direto com espaçamento entre-linhas de 22 cm, anterior à semeadura, e adubação de cobertura com N nos fracionamentos de 0, 180, 360 e 720 kg ha⁻¹ de N, usando ureia fracionada em três aplicações: a primeira no corte de padronização e as três subsequentes com 21 e 42 dias após o primeiro corte.

Efetou-se um corte de padronização no momento que as plantas atingiram, aproximadamente, 25 cm de altura e os cortes subsequentes foram realizados a cada 21 dias, sendo delimitada uma área de um metro quadrado (m²) ao centro de cada parcela, e mantendo uma altura para rebrota de 10 cm acima do solo. Após o corte de um m² de

cada subparcela, os mesmos foram rebaixados com uso de roçadeira manual. Foram realizadas duas simulações pluviométricas de 10 milímetros posteriormente à aplicação do N.

A espécie avaliada foi a *Avena sativa* L., variedade IPR126, da qual se comparou as variáveis por bloco e por níveis de adubação, mostrando a qualidade nutricional da forrageira.

As amostras coletadas foram encaminhadas para a sala de estufas para determinação da matéria parcialmente seca (MPS). As análises bromatológicas foram realizadas no laboratório de Análise de Alimentos da UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos, sendo determinado a matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002); A análise de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foi realizada pelo método de Mertens et al. (2002); A fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e carboidratos solúveis (CHOS) foram analisados de acordo com Van Soest e Robertson (1985). Os carboidratos totais (CT) foram estimados conforme modelo proposto por Sniffen et al. (1992).

A digestibilidade *in vitro* foi determinada seguindo todas as recomendações de Goering e Van Soest (1970) e Abreu et al (2014).

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 calibrado. As curvas de produção acumulativa de gases observados *in vitro* foram ajustadas ao modelo logístico bicompartimental (Schofield et al., 1994):

$$Vf = \frac{Vf_1}{1 + \exp[2 - 4k_1(t - \lambda)]} + \frac{Vf_2}{1 + \exp[2 - 4k_2(t - \lambda)]} + e \quad (\text{Eq.1})$$

em que, Vf = volume de gases (mL g⁻¹ MO degradada) no tempo t ; Vf_1 = volume máximo de gases produzidos pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; Vf_2 = volume máximo de gases produzidos pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de lenta digestão; $Vf (Vf_1 + Vf_2)$ = 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; \exp = exponencial; λ = fase de latência (*lag time*); e = erro experimental associado a cada observação, suposto \sim NIID (0; σ^2).

Os parâmetros ajustados no modelo logístico bicompartimental foram estimados pelo procedimento NLIN do aplicativo SAS[®] (versão 9.0) com o método de Marquardt.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com quatro doses de nitrogênio distribuídas em três blocos. O modelo experimental utilizado segue descrito a seguir:

$$y_{ijkl} = \mu + \tau_i + b_j + \tau b_{ij} + \lambda_k + e_{ijkl} \quad (\text{Eq. 2})$$

em que:

y_{ijkl} = observação da dose de adubação i no bloco k ;

μ = constante associada a todas as observações;

τ_i = efeito das doses de adubação i ($i = 1, 2, 3, 4$);

b_j = efeito do bloco j ($j = 1, 2, 3$);

τb_{ij} = interação de níveis de adubação i com efeito do bloco j ;

λ_k = ordem de corte ($k = 1, 2$ e 3);

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

Para averiguar se houve efeito de tratamento foi realizada a análise de medidas repetidas no tempo usando o PROC MIXED do programa SAS[®] (v. 9.0) e a máxima verossimilhança restrita (REML) como o método de estimativa considerando o efeito fixo dos níveis de adubação e os efeitos aleatórios de bloco, interação adubação x bloco e erro aleatório. 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) especifica que as medidas repetidas em todos os tempos possuem a mesma variância e que as medidas feitas na mesma unidade experimental ao longo do tempo possuem a mesma correlação (Littel et al., 1998); AR (1): (auto regressiva de primeira ordem) que se identifica pela diminuição da correlação entre as medidas feitas na mesma unidade experimental em função da distancia temporal entre as referidas medidas; UN: (matriz irrestrita) em a variação não é modelada matematicamente em função do tempo (Littel et al., 1996). A estrutura da matriz R adequada para cada parâmetro foi escolhida a partir da diferença entre os valores de Critério de Informação de Akaike Corrigido (AICC) representado pelo Δ_r . Para cada matriz foi calculado um Δ_r , por meio da diferença entre o valor de AICC, da matriz em questão, e o menor valor de AICC dentre todas as matrizes (Burnham e Anderson, 2004; Vieira et al, 2012).

$$\Delta_r = AICC - AICC_{min} \quad (\text{Eq. 3})$$

em que,

Δ_r é a diferença entre o AICC da matriz avaliada e o menor valor de AICC;

$AICC$ é o valor estimado do critério de informação de Akaike para a matriz avaliada;

$AICC_{min}$ é o menor valor de AICC dentre todas as matrizes testadas.

Valores de Δ_r entre 0 e 2, indicam que os modelos são equivalentes em minimizar a perda de informação e podem ser considerados equivalentes em sua qualidade de ajuste, sendo preferível escolher o modelo mais simples (Burnham e Anderson, 2004, Vieira et al, 2012).

Após definida a melhor estrutura da matriz R, o resultado do teste de efeito fixo (doses 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 (doses de N) foi considerado significativo, as variáveis obtidas nas análises bromatológicas e os parâmetros estimados para o modelo bicompartimental de Schofield foram submetidos à análise de regressão das estimativas dos parâmetros em função dos tratamentos. O nível de confiança adotado em todas as análises foi de 0,95. Os dados bromatológicos, por se tratarem de proporções, foram transformados com o método do arco seno antes de se proceder à análise, para que essa transformação homogeneíze a variância (Custódio e Barbin, 2005).

A estimativa do intervalo de confiança (IC 95%) para as médias das variáveis dependentes (\bar{y}) foi determinada da seguinte maneira: $\bar{y} \pm (Ls - Li) / 2$, em que Ls e Li são respectivamente o limite superior e inferior do IC 95%.

RESULTADOS

A estrutura de matriz de variância e covariância que apresentou o melhor ajuste para a PB, EE, MM, FDN, PIDA e CT foi a VC (Tabelas 1 e 2). Para as variáveis CHO, LIG, PIDN e MS, houve mais que uma matriz com ajuste adequado (valores de Δ_r entre 0 e 2), sendo escolhida entre elas a VC pela sua maior simplicidade (Tabelas 1 e 2) (Burnham e Anderson, 2004, Vieira et al, 2012).

Em relação aos parâmetros estimados para a cinética de degradação, a matriz VC teve os menores valores de AICC para os parâmetros k_2 , Vf_2 e λ , enquanto para os parâmetros Vf_1 e k_1 os menores valores de AICC foram para a matriz CS (Tabela 1). No entanto, o valor de Δ_r da matriz VC ficou entre 0 e 2 (Tabela 2) para o parâmetro Vf_1 e foi escolhida por sua maior simplicidade. O mesmo procedimento não foi tomado para o parâmetro k_1 , pois o valor de Δ_r de todas as outras matrizes foi maior do que dois, permanecendo a escolha da matriz CS para o referido parâmetro (Tabela 2).

A partir dos valores de p obtidos com as matrizes de variância e covariância escolhidas (Tabela 2), foram feitas as regressões das variáveis estudadas (bromatológicas ou estimativas dos parâmetros) em função do nível de adubação. Portanto, realizou-se a análise de regressão para PB, CT, λ e k_1 cujos valores de p foram inferiores ao nível de significância de 0,05 (Tabela 2).

Para os valores de k_1 refez-se a análise de regressão usando o procedimento *robustreg* do SAS, que penaliza os *outliers* de forma a reduzir seu efeito nos resultados. A análise de regressão robusta resultou em efeito não significativo para o nível de adubação sobre o parâmetro k_1 (Tabela 4).

O parâmetro λ variou de forma quadrática em função do nível de adubação (Tabela 4).

DISCUSSÃO

A grande maioria das variáveis estudadas não apresentou correlação significativa entre os dados obtidos na mesma parcela ao longo do tempo. Por isso, a matriz VC pôde ser considerada a melhor opção para modelar a estrutura de variância e covariância das variáveis, com a exceção do parâmetro k_1 cuja melhor matriz foi a CS. A estrutura da matriz CS prediz a existência de uma correlação uniforme entre os dados obtidos na mesma unidade experimental em diferentes tempos (Littell et al., 2006).

Os teores de MS não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Grecco et al. (2011), trabalhando com a IPR 126, obteve em torno de 240 g kg⁻¹ para o teor de MS, valor superior ao que observamos em todos os tratamentos. Enquanto Neres et al. (2012) obteve valores (média de 150 g kg⁻¹), mais próximos dos encontrados por nós. Luz (2013) observou em seu trabalho com a IPR 61, também na região de Dois Vizinhos, o valor de 126 g kg⁻¹ no teor de MS, e Pereira et al. (1993), com aveia branca, encontrou valores de 84 g kg⁻¹ de MS, ou seja, abaixo dos observados no presente estudo.

Rodrigues e Godoy (2000) avaliou a pastagem de aveia no período de quatro meses (junho, julho, agosto e setembro), observando os resultados de 153; 158; 189; 258 g kg⁻¹ de MS, respectivamente. Sendo os resultados dos meses de junho e julho similares aos encontrados por nós.

O teor de MS da aveia branca é normalmente baixo (Silva, 2011) o que pode causar diarreia quando ocorre uma mudança brusca de pastagem de verão para pastagem de aveia (Fraser, 1996).

A adubação nitrogenada, normalmente, aumenta o teor de PB das forrageiras (Corsi, 1986; Quaresma et al., 2011; Teles et al., 2011). Diversos autores encontraram resposta da concentração de PB de gramíneas tropicais a níveis de N de até 400 kg ha⁻¹ (Freitas et al., 2007; Mistura et al., 2007; Detmann et al., 2009; Clipes et al., 2010) e alguns obtiveram respostas para adubação de até 600 kg ha⁻¹ de N (Alvim et al., 1998; Alvim et al., 1999; Alvim et al., 2000; Barbosa et al., 2003; Ruggiero, 2003; Oliveira, 2008), sendo que Souza et al. (2008) encontrou respostas lineares do capim-aruana (*Panicum maximum*) para até 675 kg ha⁻¹ de N. Entretanto, os trabalhos sobre adubação nitrogenada em gramíneas temperadas que encontra-se na literatura nacional utilizam doses máximas de até 300 kg ha⁻¹ de N (Lupatini et al., 1998; Moreira et al., 2001;

Teixeira Filho et al., 2010). Já Ficagna (2006) pesquisando níveis de até 150 mg de N/kg de solo em vasos não observou incremento na PB de dois cultivares de aveia em resposta à adubação nitrogenada. No presente trabalho, o teor de PB da aveia aumentou linearmente até a dose de 720 kg ha⁻¹ de N, indicando que mesmo com uma dose tão alta não conseguimos encontrar a fase assintótica de reposta da concentração de PB da aveia branca em função da dose de N. Em contrapartida, mesmo com o nível 0 de adubação a aveia manteve altos teores de PB (Tabela 3). Pin (2009), Grecco et al. (2011) e Soares et al. (2013), trabalhando com a IPR 126, e López e Mühlbach (1991), Pereira et al. (1993), Cecato et al. (1998), Rodrigues et al. (2002) e Luczyszyn e Rossi Junior (2007), trabalhando com outras variedades de forrageiras temperadas, encontraram valores de PB abaixo dos observados por nós até mesmo no nível 0 de N. Entretanto, dos autores citados apenas Grecco et al. (2011) não realizou aplicação de N em cobertura, após os cortes. Este resultado indica que a resteva da cultura anterior (*Mucuna aterrina* vc. *Mucuna* preta) pode ter deixado um resíduo de nitrogênio no solo (Cantarella, 2007). Normalmente, em um período de apenas 30 dias, mais da metade da matéria seca das leguminosas já se encontra decomposta (Ranells e Wagger, 1992; Da Ros, 1993; Ranells e Wagger, 1996; Aita e Giacomini, 2003) e o plantio da aveia ocorreu no ano seguinte à implantação da mucuna (*Mucuna aterrina* vc. *Mucuna* preta). A utilização de forrageiras de inverno no sul do Brasil, principalmente a aveia, ocorre em áreas que adotam o sistema de plantio direto sobre a palha, a chamada integração lavoura-pecuária, sendo que sempre haverá alguma interferência de cultivos anteriores. Os teores de PB da aveia, mesmo sem adubação (Tabela 3), estão bem acima do valor crítico de 80 g de PB por kg de MS necessário para manter um crescimento microbiano adequado e conseqüentemente permitir uma eficiente degradação da fibra do rúmen

(Van Soest, 1994). Este resultado demonstra a qualidade da aveia como opção para alimentar ruminantes de alta produção durante o inverno.

Não foi observado influência dos níveis de N sobre o PIDA neste trabalho, similar às informações obtidas por Moreira et al. (2001) que também não obteve resposta ao pesquisar a aveia preta IAPAR 61 submetida aos níveis 0, 50, 100 e 200 kg de N há⁻¹. Nos níveis de adubação próximos aos usados por Moreira et al. (2001) os valores de PIDA que encontramos foram semelhantes às do referido autor (Tabela 3). Entretanto, nos níveis de adubação 360 e 720 kg há⁻¹ de N nossos valores foram superiores (Tabela 3), o que pode ser indicativo de uma tendência de níveis exagerados de N aumentarem o teor de PIDA da aveia, apesar de não termos encontrado efeito significativo devido à grande variabilidade dos dados.

Malafaia et al. (1997) e Silva et al. (2009) apresentaram valores de PIDA para gramíneas tropicais (capim elefante, Tifton 85, capim braquiária brizantha, brachiaria decumbens) inferiores aos observados na aveia IPR 126. Nutricionalmente, valores elevados de PIDA não são interessantes, pois esta análise quantifica a proteína não disponível para o animal (Sniffen et al., 1992; Van Soest, 1994).

Os valores de PIDN da aveia (Tabela 3) também foram superiores aos encontrados por Malafaia et al. (1997) e Silva et al. (2009) para forrageiras tropicais. O PIDN indica a proteína associada à parede celular vegetal. Da diferença entre PIDN e PIDA obtemos a parte desta proteína que é potencialmente digestível pela microbiota ruminal, apesar da taxa de digestão ser mais lenta do que da proteína do conteúdo celular (Sniffen et al., 1992). Em proporção à PB a aveia possui maior quantidade de PIDN que as gramíneas tropicais, entretanto, como o teor de PB da aveia é muito superior, ela fornece grande quantidade de proteína disponível tanto para a degradação microbiana quanto para a digestão intestinal.

O equilíbrio entre carboidratos e compostos nitrogenados é de fundamental importância para a saúde e o desempenho do animal, pois a composição química e a degradação dos alimentos no rúmen determinam o crescimento microbiano e a produção de ácidos graxos voláteis, sendo estas, respectivamente, as principais fontes de proteína e energia para os bovinos (Cullen et al, 1986; Russell et al., 1992; Sniffen et al., 1992; Van Soest, 1994; Ekinci e Broderick, 1997; Caldas Neto, et al. 2008). Não havendo quantidade adequada de carboidrato no rúmen no momento da liberação da amônia, pela degradação da PB, pode aumentar a absorção de amônia pelo epitélio ruminal e a eliminação de ureia via urina, além de aumentar o gasto energético para síntese de ureia no fígado (Van Soest, 1994; NRC, 1996). O teor de CT da aveia diminuiu linearmente em função das doses de N, enquanto a concentração de PB aumentou (Tabela 4), acentuando um possível desequilíbrio entre energia e compostos nitrogenados com o aumento da adubação. Esse resultado evidencia a maior necessidade de suplementação de carboidratos para animais alimentados com aveia ao invés de suplementação proteica. Henriques (2004) também observou que as gramíneas tropicais setária (*Setaria anceps* Stapf), hemarthria (*Hemarthria altíssima* [Poir] Stapf. & Hubbard), angola (*Brachiaria purpurascens* [Raddi] Henr.) e acroceres (*Acroceras macrum* Stapf.) apresentaram diminuição nos níveis de CT devido ao aumento no fornecimento de adubo nitrogenado. A autora atribui esse resultado à diluição dos nutrientes da planta devido ao aumento na taxa de crescimento e senescência dos perfilhos.

Segundo Corsi (1994) a adubação nitrogenada acaba por reduzir o teor de CHO's das forrageiras, mas diferentemente dos CT, o teor de CHO's não sofreu influência da adubação nitrogenada no presente trabalho. Em média os CHO's perfizeram em torno de 14,5% dos CT. Não encontramos valores de CHO's nos trabalhos publicados sobre aveia no Brasil, mas é importante determiná-los, pois, são os

de mais rápida fermentação no rúmen e para equilibrar a disponibilidade ruminal de carboidratos e compostos nitrogenados é necessário conhecer o teor de CHO's dos alimentos.

Não foi observada alteração nos teores de FDN da IPR 126 em função da adubação nitrogenada (Tabela 2), assim como Moreira et al. (2001) e Ficagna (2006) ao estudar níveis de N aplicados a outros cultivares de aveia. De forma semelhante, Freitas (2007) pesquisando capim mombaça, Mistura et al. (2007) estudando capim elefante e Souza et al. (2008) avaliando capim aruana não observaram efeito da adubação nitrogenada sobre a concentração de FDN, mesmo utilizando doses máximas de N de 280, 400 e 675 kg há⁻¹, respectivamente.

Pin (2009) e Soares et al. (2013) trabalhando com a IPR 126 cortada em idade próxima da que utilizamos encontraram valores médios de FDN acima de 570 g kg⁻¹, contudo os mesmos utilizaram o equipamento de espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS) para as determinações de fibra e não fica claro no artigo se a calibração do NIRS foi feita por meio de análises em que foi utilizada a alfa amilase termolábil para extrair o amido das amostras, conforme recomendado por Mertens (2002).

Grecco et al. (2011), trabalhando com a IPR 126 adubada apenas com superfosfato simples, obteve 462 g kg⁻¹ de FDN, muito próximo do resultado obtido por nós com o nível 0 de nitrogênio. Enquanto Moreira et al. (2001), utilizando aveia preta, encontrou de 408 a 489 g kg⁻¹ FDN ao aplicar 50kg de N/ha.

Quaresma et al. (2011) obteve redução linear do FDN em função da adubação nitrogenada (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹ de N), trabalhando com Tifton 85, e Oliveira (2008), apresentou regressão quadrática negativa para o teor de FDN em função dos níveis de N (0, 150, 300, 450 e 600 kg há⁻¹ de N) ao pesquisar braquiária decumbens.

A fibra é um fator de regulação de consumo em ruminantes (Mertens, 1987; Forbes, 1996), e o seu excesso na forrageira pode causar efeito de repleção ruminal (Van Soest, 1994). Entretanto, além da concentração de fibra, a sua qualidade também é determinante do consumo, pois fibra de pior qualidade terá a taxa de degradação ruminal reduzida e ocupará espaço no órgão por mais tempo. A lignina é um componente da parede celular vegetal que pode reduzir a digestibilidade da fibra ao se associar aos carboidratos fibrosos, impedindo sua degradação pela microbiota ruminal. O teor de lignina da IPR 126 não se alterou com o nível de adubação (Tabela 2) e foi bastante próximo (Tabela 3) do encontrado por Januszkiewicz et al. (2010) com outro cultivar de aveia branca (UPF 86081) que obteve valores de 53 g kg^{-1} . Em contrapartida, Malafaia et al. (1997) encontrou valores de lignina um pouco superiores em gramíneas tropicais, ou seja, 84, 94, 83 e 75 g kg^{-1} para os capins, Tifton 85, elefante, braquiária brizantha e braquiária decumbens, respectivamente.

Os níveis de N também não influenciaram os teores de EE e MM. Mas, a concentração de EE da aveia IPR 126 em todos os tratamentos utilizados (Tabela 3) foi numericamente superior ao encontrado por outros autores para gramíneas tropicais (Malafaia et al., 1997; Silva et al., 2009), o que pode ser mais um indicativo da melhor qualidade nutricional das gramíneas temperadas.

Não se observou efeitos significativos das doses de N na maioria dos parâmetros de cinética de degradação, com exceção do parâmetro λ que teve comportamento quadrático em função do aumento da adubação (Tabela 4). A latência (λ) depende da hidratação das partículas, da anatomia da planta e da massa microbiana no rúmen (Jung e Allen, 1995) e pode, portanto, ser influenciada pela idade e espécie da forrageira. As gramíneas tropicais (setária, hemarthria, angola e acroceres) estudadas por Detmann et al. (2009) também não tiveram alterações dos parâmetros de cinética com o aumento da

aplicação de nitrogênio no solo. Entretanto, os valores de latência encontrados por Detmann et al. (2009) variaram de 6,2 a 18,6 horas, ou seja, muito maiores do que a latência da cinética da aveia IPR 126 (Tabela 3). Malafaia et al. (1998) também encontraram valores de latência mais altos para gramíneas tropicais (de 8,13 a 13,8 horas). Já Nogueira et al. (2006), observou um período de latência (λ) para silagem de milho similar aos observados neste experimento (entre 0,82 e 1,00). Portanto, seria interessante testar outros modelos matemáticos de cinética de degradação para a aveia, provavelmente, modelos sem o parâmetro λ apresentem melhores ajustes do que o modelo de Schofield et al. (1994).

CONCLUSÕES

A adubação causou alterações na proteína bruta e nos carboidratos totais da aveia, o que pode aumentar o desequilíbrio entre carbono e nitrogênio da forrageira, que em comparação com forrageiras tropicais já apresenta teores de proteína elevados. Mas, a fase assintótica da concentração de proteína bruta em função da adubação não foi atingida mesmo utilizando altas doses de nitrogênio. No entanto, deve-se levar em consideração a máxima eficiência técnica ao realizar adubações nitrogenadas em altas doses. Dentre os parâmetros da cinética de produção de gases, apenas a latência teve influência da adubação.

REFERÊNCIAS

- Abreu, M.L.C; et al. *Clitoria ternatea* L. as a potential high quality forage legume. **Asian Australas. J. Anim. Sci.**, Vol. 27, No. 2, p. 169-178, 2014.
- Acosta, J.A.A.; Santi, A.; Amado, T.J.C.; Conceição, P.C.; Rossato, R. Decomposição de resíduos e liberação de nutrientes pela aveia preta adubada com doses de nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, Londrina, 2001. Anais. Londrina, Midiograf, 2001. p. 278.

Adami, P.F.; Pitta, C.S.R. (Ed.). Pastagem e Bovinocultura de Leite. Instituto Federal do Paraná. 2012.

Aita, C.; Giacomini, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. R. Bras. Ci. Solo, 27:601-612, 2003.

Alcalde, C.R.; Machado, R.M.; Santos, T.S.; Picolli, R.; Jobim, C.C. Digestibilidade in vitro de alimentos com inóculos de líquido de rumen ou de fezes de bovinos. Acta Scientiarum Maringá, v. 23, n. 4, p. 917-921, 2001.

Al-Karaki, G.; Al-Ajmi, A.; Othman, Y. Response of Soilless Grown Bell Pepper Cultivars to Salinity. Acta Horticulturae, v. 807, n. 2, p.227-232, 2009

Alvares, C A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G. Köppen's climates classification map for brazil. Meteorologische Zeitschrift, Fast Track DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

Alvim, M. J.; Xavier, D.F.; Botrel, M.A.; Martins, C.E. Resposta do *coast-cross* (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) a diferentes doses de nitrogênio e intervalos de cortes. R. Bras. Zootec., v.27, n.5, p.833-840, 1998.

Alvim, M. J.; Xavier, D.F.; Verneque, R.S; Botrel, M.A. Resposta do tifton 68 a doses de nitrogênio e a intervalos de cortes. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.34, n.12, p.2345-2352, dez. 1999.

Alvim, M. J.; Xavier, D.F.; Verneque, R.S; Botrel, M.A. Resposta do tifton 68 a doses de nitrogênio e a intervalos de cortes. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.35, n.9, p.1875-1882, set. 2000.

Alvim, M.J.; Botrel, M.A. Efeitos de doses de N na produção de leite de vacas em pastagem de *coast-cross*. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 36, n. 3, 2001.

Alvim, M.J.; Martins, C.E.; Coser, C.A.; Botrel, M.A. Efeito da fertilização nitrogenada sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta da aveia (*Avena sativa* L.), nas condições da zona da mata de Minas Gerais. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 16 (4):395-401, 1987.

Amado, T.J.C.; Santi, A.; Acosta, J.A.A. Adubação nitrogenada na aveia preta. II - influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 27:1085-1096, 2003.

Azevêdo, J.A.G.; Pereira, J.C.; Queiroz, A.C.; Carneiro, P.C.S.; Lana, R.P.; Barbosa, M.H.P.; Fernandes, A.M.; Rennó, F.P. Composição Químico-Bromatológica, Fracionamento de Carboidratos e Cinética da Degradação *in vitro* da Fibra de Três Variedades de Cana-de-Açúcar (*Saccharum spp.*). *R. Bras. Zootec.*, v.32, n.6, p.1443-1453, 2003.

Barbosa Filho, M.P.; Fageria, N.K.; Zimmermann, F.J.P. Atributos de fertilidade do solo e produtividade do feijoeiro e da soja influenciados pela calagem em superfície e incorporada. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 29, n. 3, p. 507-514, maio/jun., 2005.

Barbosa, M.A.A.F.; Oliveira, R.L.; Cecato, U.; Matos, R.C.; Santiago, M.S.B.; Rodrigues, A.; Costa, R.G.; Carvalho, J.A.; Menezes, L. F. O. Frações de proteínas e de carboidratos de *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça sob diferentes intervalos de corte e níveis de adubação nitrogenada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: SBZ, 2003.

Barbosa, R.A.; Nascimento Junior, D.; Euclides, V.P.B.; Silva, S.C.; Zimmer, A.H.; Torres Junior, R.A.A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.42, n.3, p.329-340, mar. 2007.

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

- Brower, R. Nutritive influences on the distribution of dry matter in the plant. Netherlands in the plants. Netherlands J. Agric. Sci., v.10, p.399-408. 1962.
- Brun-Lafleur, L.; Delaby, L.; Husson, F.; Favardin, P. Predicting energy \times protein interaction on milk yield and milk composition in dairy cows. J. Dairy Sci. 93 :4128–4143. 2010.
- Burnham, K.P.; Anderson, D.R. Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. Sociological Methods Research, 33, 261, DOI: 10.1177/0049124104268644, 2004.
- Burton, G.W.; Monson, W.G. Registration of “Tifton 78” bermudagrass. Crop Science, Madison, WI, United States of America. v. 28, n. 2, p. 187-188, 1988.
- Cabral, L.S.; Valadares Filho, S.C.; Detmann, E.; Zervoudakis, T.; Pereira, O.G.; Veloso, R.G.; Pereira, E.S. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. R. Bras. Zootec., v.31, n.6, p. 2332-2339, 2002.
- Cabral, W.B. Características estruturais e agronômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. R. Bras. Zootec., v.41, n.4, p.846-855, 2012.
- Caldas Neto, S.F.; Zeoula, L.M.; Prado, I.N.; Branco, A.F.; Kazama, R.; Geron, L.J.V.; Maeda, E.M.; Fereli, F. Proteína degradável no rúmen na dieta de bovinos: digestibilidades total e parcial dos nutrientes e parâmetros ruminais. R. Bras. Zootec., v.37, n.6, p.1094-1102, 2008.
- Camargos, L.S. Análise das alterações no metabolismo do nitrogênio em *Canavalia ensiformes* (L.) em resposta a variações na concentração de nitrato fornecida. Piracicaba: USP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002. 113p. (Tese, Mestrado).

Cantarella, H. VII – NITROGÊNIO. In: Fertilidade do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – MG, 376-449, 2007.

Carvalho, P.C.F.; Rocha, L.M.; Baggio, C.; Macari, S.; Kunrath, T.R.; Moraes, A. Forrageiras de Clima Temperado. In: FONSECA, Dilermando M.; MARTUSCELLO, Janaina A. (Ed.). Plantas Forrageiras. Viçosa, MG: UFV, cap.15, p. 494-537, 2010.

Cecato, U.; Rêgo, F.C.A.; Gomes, J.A.N.; Canto, M.W.; Jobim, C.C.; Coneglian, S.; Moreira, F.B. Produção e composição química em cultivares e linhagens de aveia (*Avena spp.*). Acta Scientiarum Maringá, v. 23, n. 4, p. 775-780, 2001.

Cecato, U.; Sarti, L.L.; Sakaguti, E.S.; Damasceno, J.C.; Rezende, R.; Santos, G.T. Avaliação de cultivares e linhagens de aveia (*Avena spp.*). Acta Scientiarum 20(3):347-354, 1998.

Clipes, R.C.; Silva, J.F.C.; Detmann, E.; Vásquez, H.M.; Henriques, L.T.; Donatel, D.M. Associação entre parâmetros da cinética de degradação ruminal e os constituintes da parede celular de quatro gramíneas tropicais. Rev. Bras. Saúde Prod. An., v.11, n.3, p.802-814 jul/set, 2010.

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.

Corsi, M. Adubação Nitrogenada das pastagens. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P. (Eds). Pastagens: fundamentos da exploração racional. Piracicaba, FEALQ, .p.109-132, 1986.

Corsi, M. Adubação nitrogenada das pastagens. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P. (Eds). *Pastagens: fundamentos da exploração racional*. Piracicaba: FEALQ, .p.155-164, 1994.

Cullen, A.J.; Harmon, D.L.; Nagaraja, T.G. In Vitro Fermentation of Sugars, Grains, and By-Product Feeds in Relation to Initiation of Ruminant Lactate Production. *J Dairy Sci* 69:2616—2621. 1986.

Custódio, T. N.; Barbin, D. Comparação de modelos mistos visando à estimação do coeficiente de herdabilidade para dados de proporções. *Rev. Mat. Estat., São Paulo*, v.23, n.2, p.23-31, 2005.

Da Ros, C.O. Plantas de inverno para cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. Tese de Mestrado, 1993. 85p. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1993.

Da Silva, S.C. Manejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria*, *Cynodon* e *Setária*. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P. (Eds.) *Volumosos para bovinos*. 2.ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.29-58, 1993.

De Mori, C.; Fontaneli, R.S.; Santos, H.P. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da aveia. Documentos online, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. ISSN 1518-6512, Agosto, 2012.

Detmann, E.; Silva, J.F.C.; Vásquez, H.M.; Henriques, L.T.; Haddade, I.R. 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.

Dynia, J.F.; Camargo, O.A. Retenção de nitrato num solo de carga variável, influenciada por adubação fosfatada e calagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.1, p.141-144, 1999.

Ekinci, C.; Broderick, G.A. Effect of Processing High Moisture Ear Corn on Ruminant Fermentation and Milk Yield. *J Dairy Sci* 80:3298–3307. 1997.

Embrapa. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, p. 412. 2006.

Fao – 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/Data/pf000466.HTM>>. Acesso dia 20 de Outubro de 2014.

Federizzi, L.C.; Milach, S.C.K.; Barbosa Neto, J.F.; Pacheco, M.T. Melhoramento genético de trigo e aveia no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1997, Lavras. Anais. Lavras: UFL, 1997. p. 127-146.

Ficagna, V.C. Teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro e produção de matéria seca de duas cultivares de aveia submetidas a níveis de nitrogênio. 2006. 34 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade de Marília, Marília.

Fontaneli, R.S.; Fontaneli, R.S.; Santos, H.P.; Nascimento Junior, A.; Minella, E.; Caierão, E. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.11, p.2116-2120, 2009.

Forbes, J.M. Integration of regulatory signals controlling forage intake in ruminants. *Journal of Animal Science*, v.74, n.10, p.3029-3035, 1996.

Fox, D.G., Cannas, A.; Tedeschi, L.O.; Pell, A.N.; Van Soest, P.J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. *J ANIM SCI*, 82:149-169, 2004.

Fraser, C.M. Manual Merck de Veterinária: um manual de diagnóstico, tratamento, prevenção e controle de doenças para o veterinário. 7. ed. - São Paulo: Roca, 1996.

Freitas, F.P.; Fonseca, D.M.; Braz, T.G.S.; Martuscello, J.A.; Santos, M.E.R. Forage yield and nutritive value of tanzania grass under nitrogen supplies and plant densities. *R. Bras. Zootec.*, v.41, n.4, p.864-872, 2012.

Freitas, K.R.; Rosa, B.; Ruggiero, J.A.; Nascimento, J.J.; Heineman, A.B.; Macedo, R.F.; Naves, M.A.T.; Oliveira, I.P. Avaliação da composição químico – bromatológica do capim mombaça (*panicum maximum* jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. Biosci. J., Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 1-10, July./Sept. 2007.

Frizzone, J.A.; Teodoro, R.E.F.; Pereira, A.S.; Botrel, T.A. Lâminas de agua e doses de nitrogênio na produção de aveia (*Avena sativa* L.) para forragem. Sci. Agric., Piracicaba, 52 (3):578-586, set./dez. 1995.

Giacomini, S.J.; AITA, C.; Chiapinotto, I.C.; Hübner, A.P.; Andrada, M.C.; Nicoloso, R.S.; Fries, M.R. Consorciação de plantas de cobertura: II. Decomposição e liberação de nutrientes da fitomassa. In: FERBIO, 25. Santa Maria, 2000. Anais. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2000.

Givens, D.I.; Gill, M. Current and future potential of alternative techniques. British Society of Animal Science, Lothian, v.22, p. 1611-171, 1998.

Goering, H.K.; Van Soest, P.J. Forage fiber analyses (Apparatus, regents, procedures, and some applications). Agriculture Handbook 379. United States Department of Agriculture. 20p. 1970.

Gomes, J.F.; Reis, J.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, J.F.; Stumpf Jr., W. Intervalos de corte e adubação nitrogenada em Aveia preta EMBRAPA 29 (GAROA). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. CD-ROM.

Gomide, C.A.M.; Gomide, J.A.; Pereira, O.G. Morfogênese e acúmulo de biomassa em capim-mombaça sob pastejo rotacionado observando diferentes períodos de descanso.

In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002.
Recife – PE, Anais..., Recife: SBZ, 2002 – CD ROM.

Gonçalves, E.N.; Carvalho, P.C.F.; Kunrath, T.R.; Carassai, I.J.; Bremm, C.; Fischer, V.
Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de
forragem. R. Bras. Zootec., v.38, n.9, p.1655-1662, 2009.

Grecco, F.C.A.R.; Cunha Filho, L.F.C.; Okano, W.; Da Silva, L.C.; Zundt, M.; Vianna,
L.C. Produtividade e composição química de gramíneas temperadas na cidade de
Arapongas-PR. *Colloquium Agrariae*, v. 7, n.1, Jan-Jun., p. 17-23. 2011.

Henriques, L.T. Frações de carboidratos e compostos nitrogenados e parâmetros da
cinética de degradação ruminal dos carboidratos de quatro gramíneas tropicais em
diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada. 2004. 79 f. Tese (Doutorado
em Produção Animal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade
Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2004.

Henriques, L.T.; Detmann, E.; Queiroz, A.C.; Valadares Filho, S.C.; Leão, M.I.;
Paulino, M.F. Frações dos compostos nitrogenados de quatro gramíneas tropicais em
diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada. Arq. Bras. Med. Vet.
Zootec., v.59, n.3, p.740-748, 2007.

Iapar - Instituto Agrônomo 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.

Januszkiewicz, E.R.; Prado, F.; Ruggieri, A.C.; Raposo, E.; Chiarelli, C.B.; Rossini, D.;
Fontaneli, R.S. Massa e composição química de três forrageiras de inverno manejadas
sob duas alturas de resíduo e pastejo rotacionado. ARS VETERINARIA, Jaboticabal,
SP, v.26, n.1, 047-052, 2010.

Jung, H.G.; Allen, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.*, v. 73, p. 2774-2790, 1995.

Kluthcouski, J.; Aidar, H.; Thung, M.; Oliveira, F.R.A. Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n. 113, p. 1-24, mar. 2006.

Kolchinski, E.M.; Schuch, L.O.B. Produtividade e utilização de nitrogênio em aveia em função de épocas de aplicação do nitrogênio. *R. bras. Agrociência*, v. 8, n. 2, p. 117-121, mai-ago, 2002.

Lafond, G.P., May, W.E.; Holzapfel, C.B. Row spacing and nitrogen fertilizer effect on no-till oat production. *Agronomy Journal*, Volume 105, Issue 1, 2013.

Lima, E.V.; Aragão, C.A.; Morais, O.M.; Tanaka, R.; Filho, H.G. Adubação NK no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no florescimento do feijoeiro. *Scientia Agricola*, v.58, n.1, p.125-129, 2001.

Littel, R.C. et al. *SAS System for Mixed Models*. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1996.

Littel, R.C.; Milliken, G.A.; Stroup, W.W.; Wolfinger, R.D.; Schabenberger, O. *SAS® for Mixed Models*. 2nd ed., SAS Institute Inc., Cary, NC, 2006.

López, S.E.; Mühlbach, P.R.F. Efeito de diferentes tratamentos na composição químico-bromatológica da aveia branca (*Avena sativa* L.) conservada nas formas de silagem ou feno. *Ver. Soc. Bras. Zoot.* Vol. 20, n.4, 1991.

Luczyszyn, V.C.; Rossi Junior, P. Composição bromatológica de pastagens de inverno submetidas a pastejo por ovinos, obtidas por fístulas esofágicas. *Rev. Acad.*, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 345-351, out./dez. 2007.

Lupatini, G. C. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33:1939-1943. 1998.

- Luz, P.A.S. Consumo e digestibilidade de aveia preta em caprinos de corte recebendo quatro níveis de suplemento. 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos. 2013.
- Maack, R.. Geografia Física do Estado do Paraná. BRDE/ IBPT/ UFPR, Editora Max Roesner, Curitiba, 350 p., 1968.
- Malafaia, P.A.M.; Valadares Filho, S.C.; Vieira, R.A.M.; Da Silva, J.F.C.; Pereira, J.C. Determinação e cinética ruminal das frações proteicas de alguns alimentos para ruminantes. Ver. Bras. Zootec. V. 26, n.6, p. 1243-1251, 1997.
- Malafaia, P.A.M.; Valadares Filho, S.C.; Vieira, R.A.M.; Da Silva, J.F.C.; Pereira, J.C. Cinética Ruminal de Alguns Alimentos Investigada por Técnicas Gravimétricas e Metabólicas. Revista Brasileira de Zootecnia. v.27, n.2, p.370-380, 1998.
- Martin, T. N.; Pavinato, P. S.; Silva, M. R.; Ortiz, S.; Bertoneceli, P. Fluxo de nutrientes em ecossistemas de produção de forragens conservadas. Anais... IV Simpósio: Produção e Utilização de Forragens Conservadas, Maringá, p. 173-219, 2011.
- Matson, P.A.; Naylor, R.; Monasterio, O. Integration of environmental, agronomic, and economic aspects of fertilizer management. Science, v.280, n.3, abr., 1998.
- McDowell, L. R. Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais enfatizando o Brasil. University of Florida, 1999. 89 p.
- Mertens, D.R. 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. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. Journal of Animal Science, Champaign, v. 64, p. 1548-1558, 1987.

- Mertens, D.R. 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. 1993.
- 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.
- Mistura, C.; Fonseca, D.M.; Moreira, L.M.; Fagundes, J.L.; Morais, R.V.; Queiroz, A.C.; Ribeiro Junior, J.I. Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição químico-bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira de capim-elefante sob pastejo. R. Bras. Zootec., v.36, n.6, p.1707-1714, 2007.
- Moreira, A.L.; Ruggieri, A.C.; Reis, R.A.; Seixas, P.F.; Pedreira, M.S.; Godoy, R. Avaliação da aveia Preta e de genótipos de aveia Amarela para produção de forragem. ARS Veterinária, Jaboticabal, v. 21, supl., p. 175-182, 2005.
- Moreira, F.B.; Cecato, U.; Prado, I.N.; Wada, F.Y.; Rego, F.C.A.; Nascimento, W.G. Avaliação de aveia preta cv 'Iapar 61' submetida a níveis crescentes de nitrogênio em área proveniente de cultura de soja. Acta Scientiarum, Maringá, v.23, n.4, p.815-821, 2001.
- Moreira, F.M.S.; Siqueira, J.O. Microbiologia e Bioquímica do Solo. 2 ed. Lavras: Editora UFLA, 2006.
- Mould, F.L.; Kliem, K.E.; Morgan, R.; Mauricio, R.M. *In vitro* microbial *inoculum*: a review of its function and properties. Animal Feed Science and Technology, p. 123-124: 31-50, 2005.
- Muniz, E.B.; Mizubuti, I.Y.; Pereira, E.S.; Pimentel, P.G.; Ribeiro, E.L.A.; Rocha Junior, J.N.; Capelari, M.G.M.; Brito, V.M. Cinética de degradação ruminal de

carboidratos de volumosos secos e aquosos: técnica de produção de gases. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 3, p. 1191-1200, jul/set. 2011.

Neres, M.A.; Castagnara, D.D.; Oliveira, P.S.R.; Oliveira, E.; Jobim, C.C.; Tres, T.T.; Mesquita, E.E. IPR 126 white oat forage potential under free growth, cutting and grazing at two management Heights. *R. Bras. Zootec.*, v.41, n.4, p.889-897, 2012.

Nogueira, U.T.; Mauricio, R.M.; Gonçalves, L.C. Comparação de substratos com diferentes quantidades de carboidratos solúveis utilizando a técnica in vitro semi-automática de produção de gases. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, n.4, p.633-641, 2006.

Nrc - National Research Council. Nutrient requeriment of beef cattle. 7 ed. Washington D.C.: National Academy Press, 242 p, 1996.

Nussio, L.G.; Manzano, R.P.; Pedreira, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: MANEJO DE PASTAGENS DE TÍFTON, COASTCROSS E ESTRELA, 15., 1998, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1998. p.203-242

Oliveira, D.A. Características produtivas e valor nutritivo num ano de recuperação do capim-Brachiária com aplicações de nitrogênio e enxofre. 2008. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

Oliveira, M.D.S.; Sampaio, A.A.M.; Vieira, P.F.; Freitas, J.C.M.; Shocken-Iturrino, R.P. 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, 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.

Olson, R.A.; Kurtz, L.T. Crop nitrogen requirements, utilization and fertilization. Pages 567–604 in F. J. Stevenson, ed. Nitrogen in agricultural soils. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI. 1982.

Orth, R.; Fontaneli, R.S.; Fontaneli, R.S.; Saccardo E. Produção de forragem de gramíneas anuais semeadas no verão. Ciência Rural, Santa Maria, v.42, n.9, p. 1535-1540, set, 2012.

Pereira, O.G.; Obeid, J.A.; Gomide, J.A.; Queiroz, A.C.; Valadares Filho, S.C. produtividade e valor nutritivo de aveia (*Avena sativa*), milho (*Pennisetum americanum* L.), e de um híbrido de *Sorghum bicolor* x *S. sudanense*. Ver. Soc. Bras. Zoot. Vol.22, n.01, 1993.

Pettersson, A.; Lindberg, J.E.; Thomke, S.; Eggum, B.O. Nutrient digestibility and protein quality of oats differing in chemical composition evaluated in rats and by an *in vitro* technique. Animal Feed Science Technology 62, 203-213, 1996.

Piazetta, R. G. Produção e comportamento animal em pastagem de aveia e azevém, submetida a diferentes alturas de manejo. 2007. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2007.

Pin, E.A. Rendimento de forrageiras anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura. 2009. 135 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2009.

Quaresma, J.P.S.; Almeida, R.G.; Abreu, J.G.; Cabral, L.S.; Oliveira, M.A.; Carvalho, D.M.G. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*)

submetido a doses de nitrogênio. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, v. 33, n. 2, p. 145-150, 2011.

Ranells, N.N.; Wagger, M.G. nitrogen release from crimson clover in relation to plant growth stage and composition. *Agron. J.*, 84:424-430, 1992.

Ranells, N.N.; Wagger, M.G. nitrogen release grass and legume cover crop monocultures and biocultures. *Agron. J.*, 88:777-782, 1996.

Reis, R.A.; Rodrigues, L.R.A.; Coan, O.; Villaça, M. Produção e qualidade da forragem de aveia. *Ver. Soc. Bras. Zoot. Vol. 22, n.1*, 1993.

Resende, F.D.; Queiroz, A.C.; Fontes, C.A.A.; Rodriguez, R.R.; Freitas, J.A.; Soares, J.E.; Jorge, A.M. Fibra em detergente neutro versus fibra em detergente ácido na formulação de dietas para ruminantes. *Rev. Soc. Bras. Zootec. Vol.24, n.3*, 1995.

Rhoades, J.D.; Kandiah, A.; Mashali, A.M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB. Estudos FAO Irrigação e Drenagem. 2000. 117p

Rodrigues, A.A.; Godoy, R. Efeito do pastejo restringido em aveia sobre a produção de leite. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, v.35, n.3, p.551-556, mar. 2000.

Rodrigues, R.C.; Coelho, R.W.; Reis, J.C.L. Rendimento de forragem e composição química de cinco gramíneas de estação fria. Comunicado técnico 77. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Pelotas-RS, Dezembro, 2002.

Roso, C.; Restle, J.; Soares, A.B.; Alves Filho, D.C.; Brondani, I.L. 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.

Ruggiero, J. Avaliação de diferentes lâminas de água e de doses de nitrogênio na produção de matéria seca e composição bromatológica do capim Mombaça. 2003. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Russell, J.B.; O'Connor, J.D.; Fox, D.G.; Van Soest, P.J.; Sniffen, C.J. A netcarbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I - Ruminant fermentation. *Journal of Animal Science*, v.70, p.3551-61, 1992.

Sá, J.F.; Pedreira, M.S.; Silva, F.F.; Figueiredo, M.P.; Rebouças, G.M.N.; Souza, D.R. Cinética da fermentação *in vitro* do capim-Marandu em diferentes idades de corte. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, v. 33, n. 3, p. 225-231, 2011.

Sá, J.P.G. Utilização da aveia na alimentação animal. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1995.

Santi, A.; Amado, T.J.C.; Acosta, J.A.A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I - Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 27, n. 6, 2000.

Santos, F.A.P. Manejo de pastagens de capim colômbio. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) *Volumosos para bovinos*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1993. p.21-28.

Santos, H.P.; Fontaneli, R.S.; Fontaneli, R.S.; Oliveira, J.T. Gramíneas forrageiras de Inverno. In: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. (Ed.). *Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira*. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, cap.3, p. 41-78, 2009.

Santos, R. M. Cinética da digestão ruminal de alguns alimentos concentrados e volumosos para vacas das raças holandesa e jersey. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1994. 56p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1994.

Sartor, L.R.; Assman, T.S.; Soares, A.B.; Adami, P.F.; Assmann, A.L.; Pitta, C.S.R. Nitrogen fertilizer use efficiency recovery and leaching of an alexandergrass pasture. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:899-906, 2011.

Sas - Statistical Analysis System. System for Microsoft Windows: release 8.2. Cary: 2001.

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.

Schossler, T.R.; Machado, D.M.; Zuffo, A.M.; Andrade, F.R.; Piauilino, A.C. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 1 5 6 3 2012.

Silva, C.V.; Lana, R.P.; Campos, J.M.S.; Queiroz, A.C.; Leão M.I.; Abreu, D.C. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras em pastejo com dietas com diversos níveis de concentrado e proteína bruta. R. Bras. Zootec., v.38, n.7, p.1372-1380, 2009.

Silva, D.J.; Queiroz, A.C. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

Silva, F.B. Qualidade nutricional da aveia sob corte, pastejo e feno com diferentes alturas de manejo. Campus de Marechal Cândido Rondon, 2011. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2011.

Sniffen, C.J.; O'Connor, J.D.; Van Soest, P.J.; Fox, D.G.; Russell, J.B. 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, A.B.; Pin, E.A.; Possenti, J.C.; Valor nutritivo de plantas forrageiras de inverno em quatro épocas de semeadura. Ciência Rural, Santa Maria, v.43, n.1, p.120-125, 2013.

Souza, E.L.; Marinho, T.B.; Santos, R.L.S.; Vasconcelos, P.E.M.; Camerino, D.L.; Silva, L.B. Procedimentos de regressão robusta para o estudo da relação entre

produtividade e conforto térmico. Revista Eletrônica Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento, Rio de Janeiro, v.4, n.2, p. 187-199, 2012.

Souza, F.H.; Pereira, V.A.S.; Castagnara, D.D.; Mesquita, E.E.; Bamberg, R.; Radis, A.C.; Souza, L.C. 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, Associação Brasileira de zootecnistas, Águas de Lindóia, São Paulo, 2009.

Souza, T.C; Mistura, C.; Araújo, G.G.L.; Lopes, R.S.; Lima, A.R.S.; Vieira, P.A.S.; Soares, H.S.; Oliveira, F.A. Qualidade bromatológica do capim-aruana irrigado e adubado com nitrogênio. In: V CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2008, Sergipe. Anais... Aracajú, 2008.

Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: ArtMed, 2006.

Távora, F.J.A.F; Ferreira, R.G.; Hernandez, F.F.F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 23, n.2, p. 441-446, 2001.

Teixeira Filho, M.C.M.; Buzetti, S.; Andreotti, M.; Arf, O.; Benett, C.G.S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.45, n.8, p.797-804, ago. 2010

Teles, T.G.R.M.; Carneiro, M.S.S.; Soares, I.; Pereira, E.S.; Souza, P.Z.; Magalhães, J.A. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 sob efeito de adubação com NPK. Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá, v. 33, n. 2, p. 137-143, 2011.

Tester, M.; Davenport, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. Annals of Botany, v.91, n.5, p.503-527, 2003.

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.

Turco, G.M.S. Produção e composição física da planta de milho para silagem, cultivado em dois níveis de adubação associado a dois espaçamentos entre linhas e duas densidades de plantio. 2011. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Área de concentração em Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2011.

Van Soest, P.J. Nutritional ecology of the ruminant.2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

Van Soest, P.J.; Robertson, J.B. Analysis of forages and fibrous foods. A laboratory Manual for Animal Science 613. Cornell University, p.202, 1985.

Vanotti, M.B.; Bundy, L.G. An alternative rationale for corn nitrogen fertilizer recommendations. Journal of Production Agriculture, Madison, v.7, n.2, p.243-249, 1994.

Vieira, R.A.M.; Campos, P.R.S.S.; Da Silva, J.F.C.; Tedeschi, L.O.; Tamy, W.P. Heterogeneity of the digestible insoluble fiber of selected forages in situ. Animal Feed Science and Technology, 171, 154-166, 2012.

Zamarchi, G. Composição bromatológica de silagem de aveia submetida à adubação nitrogenada e estádios fenológicos de ensilagem. 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2013.

Tabela 1 - Valores de critério de informação de Akaike corrigido (AICC) para as estruturas de variância e covariância modeladas.

Variáveis	Estruturas de Variância e Covariância			
	VC	CS	AR(1)	UN
MS	-15,5	-16,7	-14,4	-10,5
PB	-89,1	-87,2	-86,9	-83,2
PIDA	-60	-57,8	-58,4	-50,1
PIDN	-35,2	-35,5	-30,6	-33,6
CT	-78,6	-76,9	-76,4	-67,7
CHO's	-58,1	-56,9	-59,2	-53,5
FDN	-73,6	-71,5	-71,0	-64,6
LIG	-72,2	-70,2	-72,3	-65,5
EE	-96,8	-94,8	-94,5	-85,8
MM	-114,8	-112,8	-112,6	-110,0
Vf_1	110,9	109,0	114,4	118,9
k_1	-219,4	-223,3	-217,6	-221,4
k_2	-308,8	-306,8	-306,7	-303,6
Vf_2	123,7	125,4	125,8	129,2
λ	34,3	35,2	36,4	41,1

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; PIDA, proteína insolúvel em detergente ácido; PIDN, proteína insolúvel em detergente neutro; CHO's, carboidratos solúveis; CT, carboidratos totais; FDN, fibra em detergente neutro; LIG, lignina; EE, extrato etéreo; MM, matéria mineral; Vf_1 , volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k_1 , taxa específica de produção de gás pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k_2 , taxa específica de produção de gás pela degradação da fracção insolúvel potencialmente degradável de digestão lenta; Vf_2 , volume máximo de gás produzido pela degradação da fracção insolúvel potencialmente degradável de digestão lenta; λ , latência.

Tabela 2 - Matriz escolhida pela diferença entre os valores de critério de informação de Akaike corrigido (Δ_r) para cada parâmetro, e respectivo valor p.

Parâmetro	Matriz	Δ_r	Wr	ERr
MS	VC	1,2	0,2873	1,82
PB	VC	0,0	0,5643	1,00
PIDA	VC	0,0	0,5589	1,00
PIDN	VC	0,0	0,3688	1,16
CT	VC	0,0	0,5667	1,00
CHO's	VC	1,1	0,2957	1,73
FDN	VC	0,0	0,6122	1,00
LIG	VC	0,1	0,4075	1,05
EE	VC	0,0	0,5922	1,00
MM	VC	0,0	0,5582	1,00
Vf₁	VC	1,9	0,2647	2,59
k₁	CS	0,0	0,6302	1,00
k₂	VC	0,0	0,5580	1,00
Vf₂	VC	0,0	0,5431	1,00
λ	VC	0,0	0,4948	1,00

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; PIDA, proteína insolúvel em detergente ácido; PIDN, proteína insolúvel em detergente neutro; CHO's, carboidratos solúveis; CT, carboidratos totais; FDN, fibra em detergente neutro; LIG, lignina; EE, extrato etéreo; MM, matéria mineral; Vf₁, volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k₁, taxa específica de produção de gás pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k₂, taxa específica de produção de gás pela degradação da fracção insolúvel potencialmente degradável de digestão lenta; Vf₂, volume máximo de gás produzido pela degradação da fracção insolúvel potencialmente degradável de digestão lenta; λ , latência.

Tabela 3 – Média e intervalo de confiança (IC) dos parâmetros em relação aos tratamentos.

Variáveis	Média (g kg ⁻¹) / níveis de tratamento			
	0	180	360	720
MS	147 ± 16	166 ± 37	136 ± 39	160 ± 79
PB	220 ± 13	246 ± 21	255 ± 21	262 ± 19
PIDA	26 ± 10	34 ± 10	41 ± 15	42 ± 14
PIDN	136 ± 30	143 ± 37	136 ± 27	133 ± 45
CT	660 ± 17	636 ± 26	621 ± 27	615 ± 26
CHO's	105 ± 25	92 ± 17	83 ± 20	92 ± 20
FDN	464 ± 32	459 ± 16	475 ± 23	451 ± 35
LIG	51 ± 11	56 ± 15	63 ± 12	59 ± 14
EE	29 ± 4	29 ± 7	31 ± 6	25 ± 7
MM	90 ± 5	90 ± 8	93 ± 6	97 ± 12
Vf1	13,02 ± 1,33	13,54 ± 0,75	13,07 ± 1,00	12,79 ± 0,76
k1	0,09 ± 3,80·10 ⁻³	0,09 ± 5,09·10 ⁻³	0,09 ± 3,33·10 ⁻³	0,09 ± 8,80·10 ⁻³
k2	0,03 ± 1,29·10 ⁻³	0,02 ± 1,78·10 ⁻³	0,02 ± 1,01·10 ⁻³	0,02 ± 1,42·10 ⁻³
Vf2	13,86 ± 1,27	12,22 ± 1,24	12,27 ± 0,88	12,67 ± 1,39
λ	0,56 ± 0,24	0,80 ± 0,28	1,06 ± 0,34	0,81 ± 0,33

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; PIDA, proteína insolúvel em detergente ácido; PIDN, proteína insolúvel em detergente neutro; CHO's, carboidratos solúveis; CT, carboidratos totais; FDN, fibra em detergente neutro; LIG, lignina; EE, extrato etéreo; MM, matéria mineral; Vf1, volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k1, taxa específica de produção de gás pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k2, taxa específica de produção de gás pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de digestão lenta; Vf2, volume máximo de gás produzido pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de digestão lenta; λ, latência.

Tabela 4: Equações de regressão e respectivos valores de P para as variáveis bromatológicas e parâmetros da cinética de degradação.

Variáveis	Equações de regressão	p - value
MS	$y = \bar{y}$	0,7208
PB	$y = 228,88 + 0,0535x$	0,0006
PIDA	$y = \bar{y}$	0,1106
PIDN	$y = \bar{y}$	0,9450
CT	$y = 651,60 - 0,0588x$	0,0027
CHO's	$y = \bar{y}$	0,3244
FDN	$y = \bar{y}$	0,4710
LIG	$y = \bar{y}$	0,4358
EE	$y = \bar{y}$	0,3638
MM	$y = \bar{y}$	0,4221
Vf1	$y = \bar{y}$	0,5764
k1	$y = \bar{y}$	0,1467*
k2	$y = \bar{y}$	0,2436
Vf2	$y = \bar{y}$	0,0652
λ	$y = 0,53 + 2,2 \cdot 10^{-3}x - 2,57 \cdot 10^{-6}x^2$	0,0151

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; PIDA, proteína insolúvel em detergente ácido; PIDN, proteína insolúvel em detergente neutro; CHO's, carboidratos solúveis; CT, carboidratos totais; FDN, fibra em detergente neutro; LIG, lignina; EE, extrato etéreo; MM, matéria mineral; Vf1, volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k1, taxa específica de produção de gás pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; k2, taxa específica de produção de gás pela degradação da fracção insolúvel potencialmente degradável de digestão lenta; Vf2, volume máximo de gás produzido pela degradação da fracção insolúvel potencialmente degradável de digestão lenta; λ , latência.

CONCLUSÃO GERAL

Os genótipos de aveia branca estudados podem ser utilizados na região Sudoeste do Paraná, para alimentação animal.

A temperatura e a precipitação influenciaram as variáveis estudadas por alterarem o ciclo da aveia branca, induzindo ao florescimento, sendo que os melhores indicadores foram obtidos no segundo corte, em se pensando em produção animal a pasto, pois estes apresentaram maiores valores de perfilhos, folhas/ perfilhos, peso de massa foliar, colmo e material seco, apresentando assim potencial para a produção de biomassa.

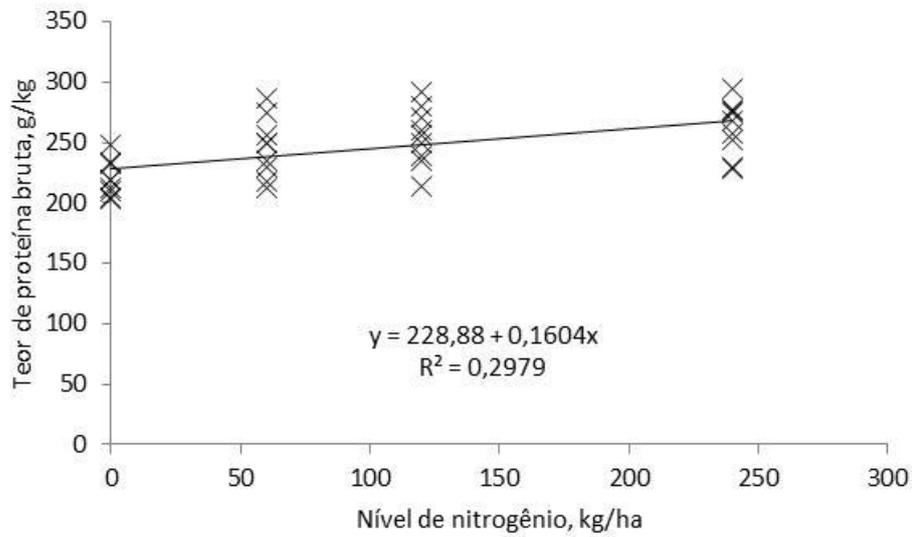
Dentre os parâmetros da cinética de produção de gases, apenas a latência teve influência da adubação.

Os teores de nitrogênio afetaram os índices de clorofila e taxa fotossintética, além de causar alterações na proteína bruta e nos carboidratos totais da aveia, o que pode aumentar o desequilíbrio entre carbono e nitrogênio da forrageira, que em comparação com forrageiras tropicais já apresenta teores de proteína elevados. Mas, a fase assintótica da concentração de proteína bruta em função da adubação não foi atingida mesmo utilizando altas doses de nitrogênio. No entanto, deve-se levar em consideração a máxima eficiência técnica ao realizar adubações nitrogenadas em altas doses.

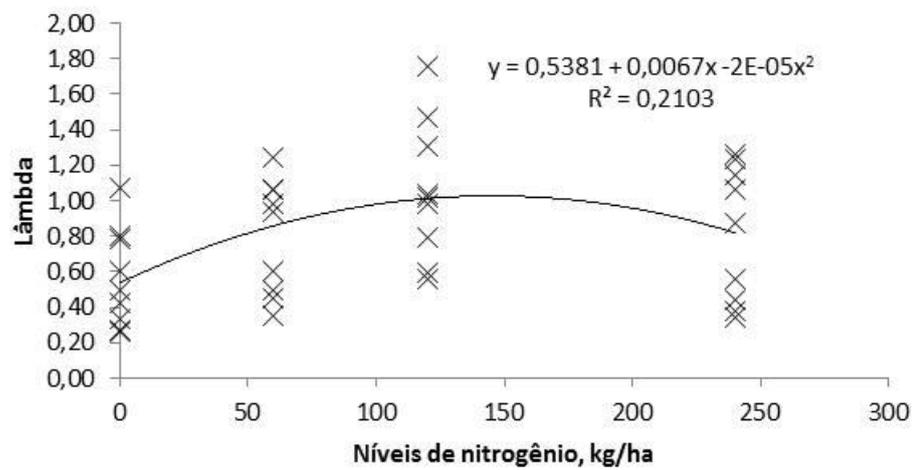
ÍNDICE DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Teor de Proteína Bruta (g/kg) em relação à crescentes doses de nitrogênio (kg/ha).	106
APÊNDICE 2 - Variável K_1 em relação à crescentes doses de nitrogênio (kg/ha).....	106
APÊNDICE 3- Teor de Carboidrato Total (g/kg) em relação à crescentes doses de nitrogênio (kg/ha).	107

APÊNDICE 1 – Teor de Proteína Bruta (g/kg) em relação às crescentes doses de nitrogênio (kg/ha).



APÊNDICE 2 – Parâmetro Lâmbda em relação às crescentes doses de nitrogênio (kg/ha).



APÊNDICE 3 – Teor de Carboidrato Total (g/kg) em relação às crescentes doses de nitrogênio (kg/ha).

