

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CÂMPUS DOIS VIZINHOS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

JOZIANE BATTISTON

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO RUMINAL
DETERMINADA PELA PRODUÇÃO DE GÁS *IN VITRO* DA AVEIA BRANCA
(*Avena sativa* L.) CULTIVAR URS GUAPA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

DISSERTAÇÃO

DOIS VIZINHOS,

2017

JOZIANE BATTISTON

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO RUMINAL
DETERMINADA PELA PRODUÇÃO DE GÁS *IN VITRO* DA AVEIA BRANCA
(*Avena sativa* L.) CULTIVAR URS GUAPA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

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

Orientador: Dr. Douglas Sampaio Henrique

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

DOIS VIZINHOS, 2017

B336c Battiston, Joziane.

Composição química e cinética de degradação ruminal determinada pela produção de gás *in vitro* da aveia branca (*Avena sativa L.*) cultivar URS Guapa sob diferentes níveis de adubação nitrogenada / Joziane Battiston – Dois Vizinhos, 2017
67f.:il.

Orientador: Douglas Sampaio Henrique
Coorientadora: Lilian Regina Rothe Mayer
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica

Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Dois Vizinhos, 2017.

Inclui Bibliografia

1. Aveia como ração 2. Alimentos - Qualidade
3. Ruminantes – Alimentações e rações I. Henrique, Douglas Sampaio, orient. II. Mayer, Lilian Regina Rothe, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná
– Dois Vizinhos IV. Título

CDD: 636.20852

Ficha catalográfica elaborada por Rosana da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



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° 079

Composição química e cinética de degradação ruminal determinada pela produção de gás *in vitro* da Aveia branca (*Avena sativa* L.) cultivar URS Guapa sob diferentes níveis de adubação nitrogenada

Joziane Battiston

Dissertação apresentada às oito horas e trinta minutos do dia vinte e dois de fevereiro de dois mil e dezessete, 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. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Banca examinadora:

Douglas Sampaio Henrique
UTFPR-DV

Vicente de Paula Macedo
UTFPR-DV

Fernando de Paula Leonel
UFSJ

Prof. Dr. Douglas Sampaio Henrique
Coordenador do PPGZO

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida e saúde!

A toda minha família, aos meus pais, irmãos, meus sobrinhos, por todo o empenho e contribuição com a minha formação, e pela compreensão com minha ausência em muitos momentos importantes, carinhosamente lhes agradeço!

Ao Deives, por fazer parte da minha vida, e por estar sempre ao meu lado!

Ao professor Douglas Sampaio Henrique, agradeço pela orientação, pela paciência com minhas dificuldades e por todo o aprendizado, que me renderam um grande crescimento profissional.

A professora Lilian Regina Rothe Mayer, agradeço pela co-orientação, aprendizado, por todo o apoio e disposição em nos ajudar!

Ao Jhone Gleison de Oliveira pela amizade e imensa contribuição com este trabalho.

A Raquel Suzane Kölln pela companhia e apoio no desenvolvimento do experimento.

A Érica Rui Militão, por toda a confiança, amizade e apoio!

A Lilian Kelly Pereira, pela amizade e ajuda nos momentos difíceis do experimento.

A Angela Elis Schneider e Adriano Moraes por toda a colaboração na realização deste trabalho.

A Idianara Pizzatto e Jaqueline Agnes Pilatti pelas conversas e pela amizade!

Ao Eduardo Felipe Coleraus de Oliveira Lazzarotto e ao Juliano Zanela pelo apoio e auxílio nas atividades laboratoriais.

Aos professores Magali Floriano da Silveira, Américo Wagner Júnior e Sérgio Miguel Mazaro, pelo empréstimo de equipamentos permitindo a realização deste trabalho.

Aos Laboratórios de Parasitologia e de Bromatologia e Análises de Alimentos, nos quais pude realizar as análises.

A todos os professores do PPGZO - UTFPR campus Dois Vizinhos, pelo aprendizado.

A Carine, por sempre prestar auxílio com os documentos exigidos na pós-graduação.

Aos funcionários do DESEG, em especial aos motoristas Claudimir e Elias. Obrigada!

Aos funcionários da fazenda, por nos ajudarem no manejo dos bois fistulados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPQ pelo financiamento da pesquisa.

Muito Obrigada!

“[...] Meu refúgio, minha fortaleza, meu Deus, eu confio em ti! [...]”

Salmo 91

RESUMO

BATTISTON, Joziane. Composição química e cinética de degradação ruminal determinada pela produção de gás *in vitro* da Aveia branca (*Avena sativa* L.) cultivar URS Guapa sob diferentes níveis de adubação nitrogenada. 67 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Dois Vizinhos, 2017.

Este trabalho consistiu em avaliar a composição química e a cinética de degradação ruminal da Aveia branca (*Avena sativa* L.) cv. URS Guapa submetida a diferentes níveis de adubação nitrogenada: 0, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de nitrogênio, em dois anos consecutivos, 2013 e 2014. Os dados obtidos das análises bromatológicas e os valores estimados para os parâmetros do modelo de cinética de degradação foram transformados pelo método de Box-Cox. O modelo estatístico foi ajustado por meio do PROC MIXED do SAS (versão 9.4) usando a máxima verossimilhança restrita (REML) e as variáveis com efeito significativo comparadas através do teste de Tukey-Kramer. Não houve efeito da adubação nitrogenada em nenhum dos anos de cultivo. Os valores observados para as variáveis bromatológicas da cultivar no ano de 2013 foram superiores ($p < 0,001$) para Proteína Bruta (PB), Matéria Mineral (MM), Proteína Insolúvel em Detergente Ácido (PIDA), Carboidratos Solúveis (CHOs) e Carboidratos Não Fibrosos (CNF) em comparação com o ano de 2014. A composição da cultivar em 2014 tendeu a maiores teores de Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (FDN), Lignina e Carboidratos Totais (CT). Não houve efeito significativo para os teores de Matéria Seca (MS) e Extrato Etéreo (EE) entre os anos de cultivo. Para os parâmetros da cinética de produção de gás *in vitro*, a cultivar no ano de 2013 apresentou os valores observados para o volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão (Vf_1) e para a taxa específica de produção de gás pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de digestão lenta (k_2) maiores ($p < 0,001$) que 2014. Em 2014 foram observados valores superiores para o volume máximo de gás produzido pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de digestão lenta (Vf_2) e para a latência (L). O parâmetro k_1 , referente a taxa específica de produção de gás pela degradação da fração solúvel de rápida digestão não foi significativo em nenhum dos períodos experimentais avaliados. A cultivar, especialmente no ano de 2013, apresentou uma elevada qualidade nutricional evidenciada pelos teores de CNF e PB e pelos menores valores de FDN, o que torna o cultivo uma excelente opção para compor pastagens hibernais.

Palavras-chave: bromatologia. digestibilidade. nitrogênio.

ABSTRACT

BATTISTON, Joziane. Chemical composition and kinetic of ruminal degradation determined by the *in vitro* gas production of the white Oat (*Avena sativa* L.) cultivar URS Guapa under different levels of nitrogen fertilization. 67 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Dois Vizinhos, 2017.

This work consisted in evaluating the chemical composition and kinetics of ruminal degradation of white oats (*Avena sativa* L.) cv. URS Guapa submitted to different levels of nitrogen fertilization: 0, 60, 120 and 240 kg ha⁻¹ of nitrogen, in two consecutive years, 2013 and 2014. The data obtained from the bromatological analyzes and the estimated values for the parameters of the kinetic model of degradation were transformed by the Box-Cox method. The statistical model was adjusted using the PROC MIXED of the SAS (version 9.4) using the maximum restricted likelihood (REML) and the variables with significant effect compared through the Tukey-Kramer test. There was no effect of nitrogen fertilization in any of the growing years. The values observed for the bromatological variables of the cultivar in the year 2013 were higher ($P < 0.001$) for Crude Protein (PB), Mineral Matter (MM), Insoluble Protein Acid Detergent (PIDA), Soluble Carbohydrates (CHOs) Fibrous (CNF) compared to the year 2014. The composition of the cultivar in 2014 tended to higher levels of Insoluble Fiber in Neutral Detergent (NDF), Lignin and Total Carbohydrate (CT). There was no significant effect on the contents of dry matter (DM) and ethereal extract (EE) between the years of cultivation. For the parameters of the *in vitro* gas production kinetics, the cultivar in the year 2013 presented the values observed for the maximum volume of gas produced by the degradation of the soluble fraction of fast digestion (V_{f1}) and for the specific rate of gas production by Degradability of the slow degradable fraction of slow digestion (k_2) greater than that of 2014. In 2014 higher values were observed for the maximum volume of gas produced by the degradation of the insoluble fraction potentially degradable of slow digestion (V_{f2}) and for the Latency (L). The parameter k_1 , referring to the specific rate of gas production by the degradation of the soluble fraction of fast digestion was not significant in any of the evaluated experimental periods. The cultivar, especially in the year 2013, presented a high nutritional quality evidenced by the CNF and CP levels and the lower values of NDF, which makes the crop an excellent option to compose winter pastures.

Keywords: bromatology. digestibility. nitrogen.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura e precipitação pluviométrica observadas para o período experimental do ano de 2013.....	28
Figura 2. Temperatura e precipitação pluviométrica observadas para o período experimental do ano de 2014.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química da aveia branca (<i>Avena sativa</i> L.) URS Guapa para os anos de 2013 e 2014 com intervalo de confiança (IC) de 99% e p valores.....	34
Tabela 2. Parâmetros da cinética de degradação da aveia branca (<i>Avena sativa</i> L.) URS Guapa para os anos de 2013 e 2014 com intervalo de confiança (IC) de 99% e p valores	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO GERAL	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
4. ADUBAÇÃO NITROGENADA	16
5. O METABOLISMO DO CARBONO EM GRAMÍNEAS TEMPERADAS	18
6. COMPOSIÇÃO DA PLANTA	19
7. A TÉCNICA DE PRODUÇÃO DE GÁS <i>IN VITRO</i>	22
8. DESENVOLVIMENTO	24
RESUMO	25
ABSTRACT	26
INTRODUÇÃO.....	26
MATERIAL E MÉTODOS.....	27
RESULTADOS	32
DISCUSSÃO	35
CONCLUSÕES	41
AGRADECIMENTOS	41
REFERÊNCIAS	41
9. CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	48
ANEXOS	57

1. INTRODUÇÃO

O período de inverno no Sul do Brasil, é caracterizado pela ocorrência de temperaturas amenas, o que ocasiona a paralisação na produção de pastagens tropicais. Forrageiras de clima temperado como as espécies de aveia branca (*Avena sativa* L.) apresentam como características o elevado valor nutricional e possibilitam a oferta de forragem neste período, em que ocorre déficit na produção das pastagens tropicais perenes, permitindo dentre outros benefícios, maximizar o desenvolvimento da pecuária.

Estas cultivares, geralmente, são altamente responsivas a aplicação da adubação nitrogenada, o que é relevante nos sistemas de produção especialmente a pasto, para promover aumentos na produção de biomassa. Ainda, o nitrogênio pode incrementar o valor nutricional da forragem adubada por atuar diretamente sobre os processos essenciais como a fotossíntese e em todo o metabolismo da planta (UCHIDA, 2000), estando intrinsecamente relacionado com a composição além da produção das forrageiras (VAN SOEST, 1994).

O aumento do potencial produtivo das pastagens de aveia branca quando adubadas é evidenciado pelo incremento no ganho de peso vivo por hectare e na taxa de lotação (LUPATINI, 2013). A baixa digestibilidade e o reduzido consumo voluntário por consequência, são os principais fatores que afetam a produção por animal. Logo, a adubação nitrogenada pode elevar o teor de proteína além de promover a maior proporção de folhas em relação ao colmo, o que ocasiona aumento da digestibilidade e assim, do consumo (VIANNA et al., 2011).

Como na produção pecuária os alimentos volumosos consistem a base ou a totalidade da dieta dos ruminantes, o conhecimento do potencial nutricional das forrageiras torna-se importante (LUCCI, 1997), do mesmo modo, identificar os fatores que podem promover a melhoria do valor nutricional são relevantes para maximizar a produtividade animal.

A elucidação do metabolismo digestivo dos ruminantes melhorou no decorrer dos últimos anos, com um grande avanço direcionado à avaliação das interações entre a composição química dos alimentos e as particularidades do processo de digestão (CALABRÒ et al., 2012).

Da mesma forma, a descrição do valor nutricional deve fundamentar-se nos processos biológicos do animal (ROBINSON; GETACHEW, 2002), para constituir um banco de dados referente ao valor nutricional de alimentos convencionais e fontes alternativas com informações suplementares às análises de composição (MAKKAR, 2002).

Considerando as forrageiras, a variação encontrada nos componentes de uma mesma espécie devido a influência de fatores externos como o efeito da adubação nitrogenada, fazem com que a avaliação de alimentos seja determinante no fornecimento de informações para a formulação de dietas (VAN SOEST, 1994; BERCHIELLI; VEGA-GARCÍA; OLIVEIRA, 2011). Além de fornecer indicativos para embasar possíveis estratégias de manejo e intervenção na dinâmica solo-planta-animal para promover incrementos nos índices produtivos.

2. OBJETIVO GERAL

Conforme o conhecimento da importância do nitrogênio no desenvolvimento das plantas, o objetivo neste trabalho consiste em avaliar a composição química e a cinética de degradação ruminal determinada pela produção de gás *in vitro* da Aveia (*Avena sativa* L.) cultivar URS Guapa em função da aplicação de diferentes níveis de adubação nitrogenada.

3. REVISÃO DE LITERATURA

No sul do Brasil destaca-se a importância do cultivo da aveia branca por ser uma espécie anual de inverno, resistente ao frio, que possibilita a produção de forragem para os rebanhos de leite e corte na época do ano em que ocorre menor produção de outras forrageiras (MACHADO, 2000). Dentre as espécies de aveia que são mais amplamente cultivadas estão a aveia branca (*Avena sativa* L.) e a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.).

De acordo com Waldow (2012), o início do cultivo de aveia no Brasil ocorreu com variedades advindas de outros países, entretanto, como apresentavam baixa produtividade devido principalmente a baixa adaptabilidade as condições climáticas, algumas instituições de pesquisa a iniciaram o desenvolvimento de programas voltados ao melhoramento genético destas cultivares, devido a necessidade de variedades mais tolerantes às condições locais. Este fato permitiu grandes avanços especialmente no rendimento forrageiro e de grãos, na massa de grãos, em maior adaptabilidade climática, precocidade e resistência ao acamamento e a doenças.

Exigente em fertilidade do solo, a aveia branca pode compor pastagens em consórcio com outras forrageiras, cuja semeadura é realizada entre os meses de março a maio. Como características morfológicas principais, apresenta colmo cilíndrico composto por nós e entrenós, a inflorescência é uma panícula e as folhas possuem bainha e lígula denticulada, com grão

do tipo cariopse (FONTANELI et al., 2009). Quando comparada com aveia preta possui colmos mais grossos e folhas mais largas (MACHADO, 2000). Em função da versatilidade que apresenta, pode ser utilizada para a produção de grãos, cobertura do solo e produção de forragem, que pode ser armazenada na forma de feno ou silagem (CANTOS et al., 2011).

O manejo para início do pastejo deve levar em consideração a altura das plantas, aproximadamente de 25 a 30 cm, observados em torno de dois meses depois da emergência. O resíduo mínimo de 7cm de altura deve ser mantido após a saída dos animais, para assegurar o rebrote, bem como deve-se priorizar um intervalo de descanso entre cortes de 30 a 35 dias (FONTANELI et al., 2009).

O cultivo de aveia requer temperaturas amenas para o adequado desenvolvimento inicial, que compreende a germinação até início do crescimento da cultivar. Quando sujeita a elevadas temperaturas tende a acelerar o ciclo produtivo (MONTEIRO, 2009). Assim, o ciclo da cultura é estendido acompanhado do ideal desenvolvimento dos órgãos da planta quando as temperaturas tendem a mínima, por outro lado, quando próximas da máxima, intensifica o período de desenvolvimento e reduz o tamanho dos órgãos (BORTOLINI, 2004).

A temperatura média adequada para a floração até a colheita dos cereais, nos meses de setembro à início de novembro, deve estar próxima de 19 °C (LUIZ, 1999). Corroborando, Paulino e Carvalho (2004) sugerem que forrageiras hibernais, como a aveia branca (*Avena sativa* L.) e azevém (*Lolium multiflorum*), requerem temperaturas entre 18 e 20°C para o adequado desenvolvimento.

Do mesmo modo, a cultivar é exigente em precipitação pluviométrica praticamente no decorrer de todo o período produtivo (GODOY; RODRIGUES; PRIMAVESI, 2007). De acordo com Bacchi et al. (1996), avaliando dois ciclos de produção de 60 dias e 120 dias, a demanda hídrica para o cultivo está na ordem de 240 e 450 mm, respectivamente, com a média diária em 4 mm. O auge da demanda, 5 a 6 mm, ocorreu nos 40 dias após o plantio e entre 30 e 60 dias após o corte.

Não obstante, na região subtropical do Brasil a precipitação varia de 1100 a 1500 mm, sendo amplamente distribuída no decorrer do ano, possibilitando que a umidade esteja alta na maior parte da estação (FEDERIZZI; MUNDSTOCK, 2004).

As diferenças genéticas entre cultivares de aveia quanto ao período de semeadura, determinam as temperaturas em que a cultivar estará sujeita no decorrer do ciclo produtivo, com interferência direta sobre a duração do ciclo e na produtividade dos genótipos.

Para as cultivares de aveia branca, o ciclo completo desde a germinação até a maturação das sementes varia de 120 a mais de 200 dias, cujas diferenças entre os genótipos concentram-se no número de dias de germinação até o florescimento.

A URS Guapa possui ciclo precoce condizente ao menor requerimento térmico para alcançar o florescimento (WAIRICH et al., 2015). Devido ao potencial granífero, apresenta expressivo rendimento de grãos, além da elevada precocidade demonstrada pelo curto intervalo de 68 dias entre a germinação até o florescimento (PACHECO et al., 2013). O ciclo completo, de emergência a maturação das sementes é de 120 dias (TRAGNANO et al., 2012).

No trabalho realizado por Trevisan e Balbinot Júnior (2011) as cultivares avaliadas apresentaram diferenças no número médio de dias para a emergência e no número médio de plântulas emergidas por dia, em que a cultivar URS Guapa apresentou os valores de 9,04 e 24,76 dias para estes parâmetros, respectivamente. A cultivar proporcionou incrementos na produção de matéria seca que foram expressivos aos 20 e 79 dias após a emergência.

Lehmen et al. (2014) avaliando cultivares de inverno para a produção de silagem, dentre as quais a URS Guapa, observou que o ciclo produtivo, compreendendo os dias entre a emergência até o corte para a ensilagem, foi de 152 dias, sendo a produção de matéria seca de 8.957 kg há⁻¹.

4. ADUBAÇÃO NITROGENADA

Nos últimos anos, os grandes avanços no melhoramento genético das plantas forrageiras conduziram ao uso mais eficiente do nitrogênio, proporcionando incrementos de produtividade de forma economicamente viável, voltando-se para aspectos da sustentabilidade dos sistemas de produção (KOLCHINSKI; SCHUH, 2003).

Conforme sugerido por Moll, Kamprath e Jackson, (1983), a eficiência com que o nitrogênio é utilizado pelas plantas está relacionada com fatores ambientais e varia conforme os genótipos, assim, os estudos direcionados aos processos de utilização deste macromineral são importantes, visto a grande participação nos custos de produção das culturas.

A maior eficiência de conversão é requerida também para evitar possíveis contaminações do solo e recursos hídricos, implicando em um manejo de adubação de modo

que não seja excessiva e ao mesmo tempo, que não afete em detrimento do potencial de produção das culturas (MASCLAUX-DAUBRESSE et al., 2009).

O nitrato (NO_3^-) é a principal forma em que o N é encontrado no solo para a maioria das plantas, uma vez que o amônio (NH_4^+) é transformado em NO_3^- através da nitrificação. Entretanto, as plantas para assimilar o N precisam converter a forma inorgânica absorvida para fornecer compostos nitrogenados aos tecidos, especialmente aqueles de crescimento acelerado, como folhas em desenvolvimento (KERBAUY, 2004).

Inicialmente a planta absorve NO_3^- e segue a conversão a nitrito (NO_2^-), por meio da enzima nitrato redutase. O NO_2^- , através da nitrito redutase, é convertido a NH_4^+ . O amônio resultante é então transformado nos aminoácidos que a planta necessita envolvendo outras enzimas no processo. A atividade de ambas as enzimas, envolvidas na conversão do nitrato e do nitrito depende da energia química oriunda da fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2006).

O nitrogênio tem influência direta na produção forrageira, uma vez que ocorre uma intrínseca relação entre nitrogênio foliar e a fotossíntese. Neste processo, a energia luminosa é imprescindível para a conversão do nitrato a compostos passíveis de utilização pelas plantas, além do metabolismo de hidratos de carbono (VAN SOEST, 1994).

Este nutriente é o principal modulador de crescimento das plantas, constituinte de importantes moléculas, dentre as quais, transportadores de elétrons, ácidos nucleicos, enzimas e clorofila, desempenhando relevante contribuição em todo o metabolismo (UCHIDA, 2000).

Devido a ampla participação nos processos químicos da planta, a fertilização nitrogenada promove aumentos expressivos na produção de matéria seca, bem como na qualidade da pastagem por aumentar a emissão de perfilhos e a produção de folhas, o que beneficia diretamente o consumo de forragem e desempenho animal (MARTELLO et al., 2000).

Estes compostos nitrogenados concentram-se no conteúdo celular reduzindo a fração fibrosa da forrageira, o que ocasiona aumento da digestibilidade (VAN SOEST, 1994), além de possibilitar a redução da suplementação proteica por suprir parte das exigências nos animais alimentados com forragens adubadas (JOHNSON; DINUSSON; ERICKSON, 1979).

Kering et al. (2011), avaliando uma cultivar do gênero *Cynodon dactylon* (L.), observou que a adubação nitrogenada aumentou os teores de Proteína Bruta (PB) e Nutrientes Digestíveis Totais (NDT), e reduziu os teores de Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra

em Detergente Ácido (FDA). Os teores de PB aumentaram em 50%, e FDN e FDA, tiveram uma redução de até 25% com o maior nível de N aplicado, 448 kg ha⁻¹.

5. O METABOLISMO DO CARBONO EM GRAMÍNEAS TEMPERADAS

No processo de fotossíntese ocorre a conversão de CO₂ e água em compostos orgânicos por meio da radiação solar (TAIZ; ZEIGER, 2006). Na natureza ocorrem três diferentes vias do metabolismo fotossintético do carbono, podendo ser o ciclo C₃, C₄ ou intermediário. As forragens de clima temperado apresentam a via C₃ para assimilação do carbono.

O metabolismo C₃ ocorre no mesófilo foliar e a fixação do CO₂ é realizada pela enzima rubisco (ribulose bifosfato carboxilase/oxigenase) (KERBAUY, 2004). Neste caso, tanto o CO₂ como o O₂ podem competir pelo mesmo sítio ativo da enzima envolvendo os processos de fotossíntese e fotorrespiração, respectivamente (MITCHELL; SHEEHY, 2007).

Comparativamente, o metabolismo C₄ diferencia-se por ser concentrador da molécula de CO₂. Ocorre em dois diferentes tecidos, no mesófilo e na bainha perivascular, envolvendo duas enzimas no processo, além da rubisco, também a fosfoenolpiruvato carboxilase. A anatomia foliar diferenciada conhecida como anatomia do tipo Kranz presente nestas espécies, destaca-se por concentrar o CO₂ nas células da bainha perivascular com mínimas perdas por difusão, uma vez que a espessura destas células dificulta a permeabilidade dos gases e assim evita a perda das moléculas de água para o ambiente externo (KERBAUY, 2004).

O metabolismo fotossintético C₄ surgiu como uma modificação evolutiva para suportar elevadas temperaturas (GOWIK; WESTHOFF, 2011). Esta condição anatômica torna o metabolismo de assimilação do carbono mais eficiente em temperaturas elevadas do que o observado nas plantas C₃, que corre favorecendo a perda de água das células por não possuir o mecanismo concentrador da molécula de CO₂ (KERBAUY, 2004).

Assim, conforme as características apresentadas, as espécies, C₃ e C₄ requerem níveis de temperatura diferentes para o máximo rendimento fotossintético, que justificam a adaptação a determinadas regiões.

No caso das C₃, a eficiência do processo de fotossíntese é maior quando em temperaturas amenas, abaixo de 30°C, com a fixação máxima de CO₂ na faixa de 20-30°C (KERBAUY, 2004). Castro, Costa e Ferrari Neto (2011) citam que a temperatura ideal para o

adequado processo de fotossíntese das forrageiras de ciclo C3 deve estar na faixa de 10 a 25°C, por isto estas plantas são mais produtivas em condições hibernais.

Este contexto também remete a utilização do nitrogênio, uma vez que a capacidade fotossintética das plantas está condicionada à disponibilidade deste elemento, devido a sua importância na manutenção da estrutura e funcionalidade do processo (KERBAUY, 2004; OAKS, 1994). O parâmetro denominado eficiência de uso do nitrogênio refere-se à proporção de matéria seca produzida por unidade de nitrogênio disponível nos tecidos, existindo diferenças neste entre as plantas C4 e C3 (BROWN, 1977; SAGE; PEARCY, 1987).

As plantas C3 necessitam de mais nitrogênio para a fotossíntese. Nestas espécies a enzima rubisco constitui 50% da proteína solúvel presente nas folhas. Já nas plantas C4 a rubisco corresponde por metade dessa quantidade. Desta forma, as forrageiras C3 requerem mais nitrogênio para produzir as moléculas orgânicas, obtendo vantagem competitiva em relação as plantas C4 em solos bem adubados (KERBAUY, 2004).

Conforme as características acima descritas, em forrageiras de ciclo C3 como a aveia branca, a adubação nitrogenada é interessante para elevar o potencial produtivo e qualidade da pastagem devido a resposta destas plantas ao nitrogênio ser positivamente influenciada pela fisiologia.

6. COMPOSIÇÃO DA PLANTA

Nos vegetais, as células responsáveis pelo processo de fotossíntese utilizam a energia da radiação solar para realizar as reações que resultam na formação de produtos altamente energéticos denominados de carboidratos (NELSON; COX, 2002).

Os carboidratos compõem a maior fração da dieta dos ruminantes (KRISTENSEN; HUNTINGTON; HARMON, 1997). São considerados a principal fonte de energia para manutenção e produção obtida por meio da fermentação a ácidos graxos voláteis (AGVs) no ambiente ruminal (LUCCI, 1997). Além disso, as próprias células microbianas que a realizam a fermentação constituem uma importante fração de proteína disponibilizada ao organismo do hospedeiro (HUNGATE, 1966).

Contudo, como existe uma grande variação na composição dos carboidratos e compostos nitrogenados das plantas, algumas classificações foram propostas.

Hall (2003) classificou os carboidratos constituintes das plantas em conteúdo celular e parede celular. No conteúdo celular estão os açúcares solúveis, ácidos orgânicos, amido e frutanas. A fração componente da parede celular é composta pelas substâncias pécticas, celulose e hemicelulose.

Ainda, nesta classificação dietética, Russel e Gahr (2000), sugerem o agrupamento dos carboidratos em três classes: I, que não está associada com estrutura celular, como os monossacarídeos, II, que localiza-se no citoplasma da célula constituindo os polissacarídeos de armazenamento, e III, representa os componentes da parede celular vegetal.

Conforme a localização na planta os carboidratos da parede celular e conteúdo celular apresentam distintas taxas de degradação no ambiente ruminal e então são agrupados em diferentes frações; em que a fração A corresponde aos açúcares; B1 representa amido e pectina, B2 é composta pela hemicelulose e celulose. Estas frações correspondem a taxa de degradação rápida, intermediária e lenta, respectivamente; sendo que a fração C, representa a parede celular indigestível (SNIFFEN et al., 1992).

Por meio do sistema detergente desenvolvido por Van Soeste (1963) e Van Soest e Wine (1967), os carboidratos podem ser classificados em solúveis em detergente neutro: açúcares solúveis, ácidos orgânicos, amido, frutanas e pectinas; e insolúveis em detergente neutro: celulose e hemicelulose. O detergente ácido solubiliza todos estes componentes, exceto a celulose, consistindo também em uma forma de remover possíveis contaminações para a análise sequencial da lignina.

Assim, a classificação voltada a nutrição animal refere-se aos Carboidratos Fibrosos (CF) e aos Carboidratos Não Fibrosos (CNF). Os CF englobam a celulose e hemicelulose e apresentam digestão lenta e incompleta, e os CNF são representados pelos açúcares solúveis, amido e pectina, compostos completamente digeridos no rúmen. A partir do desconto da Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (FDN) do total de carboidratos encontra-se os valores das frações CF e CNF (TEDESCHI; FOX, 2001).

A FDN geralmente possui correlação negativa com a proporção de energia do alimento, entretanto, isto está condicionado ao teor de lignina presente nesta fração, em que quanto maior, menor será o grau de digestibilidade. A parede celular desenvolve-se em etapas, nas quais inicialmente ocorre a formação da parede primária acompanhada do alongamento celular e da concentração de polissacarídeos como pectina, xilose e celulose. Quando o

alongamento celular é finalizado ocorre o espessamento da parede secundária e a deposição de lignina, além da deposição adicional de celulose e xilanos (JUNG; ALLEN, 1995).

A interação entre a lignina e os polissacarídeos da parede celular, e a proporção destes componentes, determinam a quantidade de energia que será disponibilizada da fração fibrosa para o animal (VAN SOEST; WINE, 1967). A lignina é um polímero produzido pela planta como uma estratégia de defesa e enrijecimento da parede secundária da célula, este composto entremeia-se com os polissacarídeos da parede celular reduzindo grandemente a digestibilidade destes componentes (KERLEY et al., 1988; AKIN et al., 1987).

O conteúdo proteico dos alimentos pode ser dividido em degradável no rúmen (PDR) e não degradável no rúmen (PNDR). Levando em consideração o nitrogênio não-proteico (NNP), pode-se reportar as frações em cinco de forma decrescente quanto a solubilidade, em que a fração A, representa os componentes nitrogenados não-proteicos que são prontamente solubilizados no ambiente ruminal; a B1 os componentes como peptídios e oligopeptídios, de rápida degradação ruminal; B2 corresponde a proteína verdadeira de degradabilidade intermediária; B3 a proteína verdadeira de degradabilidade lenta; e a fração C, representa a proteína indigestível (SNIFFEN et al., 1992; LICITRA; HERNANDEZ; VAN SOEST, 1996).

No ambiente ruminal, os carboidratos são degradados por meio da ação de complexos enzimáticos secretados por diferentes classes de microrganismos que possuem exigências de compostos nitrogenados distintas. Os microrganismos que degradam a fração fibrosa necessitam de amônia como principal fonte de nitrogênio, entretanto, os microrganismos que degradam a fração não-fibrosa, têm preferência por aminoácidos e peptídeos para suprir a exigência de nitrogênio (RUSSEL et al., 1992).

O processo de digestão ruminal se desenvolve em várias etapas, dentre as quais inicialmente as bactérias associam-se ao alimento; aderem-se as partículas por meio de mecanismos como o glicocálix; iniciam o processo de replicação da célula; e a formação do biofilme bacteriano; por final, parte deste biofilme dissocia-se permanecendo no ambiente ruminal para dar continuidade ao processo digestivo; e algumas partes permanecem aderidas as partículas e passam para o abomaso (McALLISTER, et al., 1994).

Conforme a ação fermentativa microbiana, o alimento ingerido é submetido aos processos de digestão e passagem. A taxa de passagem determina o período de permanência do alimento na câmara fermentativa sob ação digestiva das enzimas microbianas, já a taxa de digestão é dependente do potencial e extensão da degradação (MERTENS, 2005).

Há uma grande complexidade neste processo e toda essa dinâmica pode ser influenciada por fatores capazes de interferir na composição dos tecidos das plantas, envolvendo, por conseguinte, a capacidade de fragmentação das partículas e a acessibilidade e colonização microbiana (CARVALHO; PIRES, 2008; KERLEY et al., 1988).

7. A TÉCNICA DE PRODUÇÃO DE GÁS *IN VITRO*

Tendo em vista que a aplicação prática da avaliação dos alimentos está na resposta animal observada (VAN SOEST, 1994), a técnica de produção de gás *in vitro* é uma forma de retratar a cinética da fermentação dos alimentos no rúmen para fornecer informações sobre as características de degradação de determinado alimento (THEODOROU et al., 1994).

No ambiente ruminal os alimentos são degradados por meio da ação de enzimas extracelulares secretadas pelos microrganismos. Estes monômeros são transportados para o interior da célula microbiana e metabolizados tendo como produtos finais da fermentação os ácidos graxos voláteis (AGVs) acético, propiônico e butírico; amônia, metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) (HUNGATE, 1966; MAKKAR, 2002).

Da mesma forma, na técnica de produção de gás *in vitro*, o alimento incubado é fermentado pelos microorganismo do fluido ruminal, e resulta na formação de AGVs, gases CO₂ e CH₄, além da massa microbiana (GETACHEW et al., 1998; BLÜMMEL; KARSLI; RUSSEL, 2003; RYMER et al., 2005). Assim, a técnica consiste em mensurar os valores dos gases oriundos do processo fermentativo de determinado alimento incubado com fluido ruminal tamponado sob condições anaeróbias e temperatura de 39 °C (TEDESCHI; SHOFIELD; PELL, 2008).

A determinação da produção de gases é realizada em horários previamente definidos através de uma seringa e de um equipamento mensurador de gás. Posteriormente estes valores, que correspondem ao volume de gás de cada medida, serão utilizados para obter a curva de degradação do alimento incubado (THEODOROU et al., 1994). Como a quantidade de gás produzido está diretamente relacionada com a formação de ácidos graxos voláteis (AGVs), serve como indicativo da proporção de AGVs formados durante o processo fermentativo, indicando a taxa e extensão da digestão do alimento incubado (GETACHEW et al., 2004).

A produção de gases ocorre principalmente pela fermentação de carboidratos, sendo muito pequena a partir da fermentação de proteínas e desprezível a partir de gorduras (MAKKAR, 2002; ROBINSON; GETACHEW, 2002).

De acordo com Kamalak et al. (2005) a taxa e a extensão da fermentação da matéria seca (MS) são determinantes da proporção de nutrientes absorvidos pelos ruminantes, sendo que estas estimativas podem ser obtidas por meio de técnicas gravimétricas e metabólicas. Entretanto, sugerem que o emprego da técnica *in vitro* gás, em comparação com a técnica *in situ* para avaliar a cinética da degradação da MS de forragens, permite evitar o erro ocasionado pelo escape de partículas pequenas através dos poros do saco de nylon, além de ser menos onerosa.

Este método tem sido utilizado com sucesso para diversas finalidades na área de avaliação de alimentos, determinando, por exemplo a influência de fatores antinutricionais no ambiente ruminal (LUCAS, 2012), moduladores da fermentação como a adição de gordura (LIMA, 2014) e aditivos (RIVERA et al., 2010); subprodutos (FARIAS, et al., 2012) e alimentos regionais (SANTOS, 2013).

A produção de gás observada na técnica *in vitro* varia conforme a composição do alimento incubado. Quando a fermentação é direcionada no sentido de maior produção ruminal de propionato, esta rota metabólica consome H_2 e não contribui para a formação de CO_2 e CH_4 , ao contrário, por exemplo, do acetato, que aumenta a produção de gás uma vez que o metabolismo tende a produzir CH_4 (RESENDE; TEIXEIRA; FERNANDES, 2011).

Para implementar a técnica *in vitro* gás deve-se levar em consideração fatores que podem refletir em fontes de erro, envolvendo o tipo de dieta dos animais doadores, o preparo do fluido ruminal, além do tempo de transporte e o intervalo até a incubação (MILCHUNAS; BAKER, 1982; RYMER et al., 2005) e evitar as flutuações da temperatura durante a incubação (MAURÍCIO et al., 1998; SCHOFIELD, 2000).

A técnica retrata o sistema microbiano ruminal de forma simples e pode ser aplicada para avaliar variados alimentos com um número elevado de amostras analisadas simultaneamente, a partir das quais são obtidas informações adicionais para embasar programas de formulação de dietas (GETACHEW, 2004).

8. DESENVOLVIMENTO

Esta dissertação será elaborada em capítulo na forma de artigo seguindo as normas de formatação estabelecidas pelo periódico Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science), ISSN 0102-0935 (impresso) e 1678-4162 (on-line), editado pela FEPMVZ Editora, CNPJ: 16.629.388/0001-24, cujas normas para submissão podem ser encontradas por meio do endereço eletrônico: <http://www.scielo.br/revistas/abmvz/pinstruc.htm>

1 **Composição química e cinética de degradação ruminal determinada pela produção**
2 **de gás *in vitro* da Aveia (*Avena sativa* L.) cultivar URS Guapa sob diferentes níveis**
3 **de adubação nitrogenada**

4 [Chemical and kinetic composition of ruminal degradation determined by the *in vitro*
5 gas production of oats (*Avena sativa* L.) URS Guapa cultivar under different levels of
6 nitrogen fertilization]

7
8 J. Battiston¹, D.S. Henrique², L.R.R. Mayer², Raquel S. Kölln¹, Jhone Gleison de
9 Oliveira³, Angela Elis Schneider⁴

10
11 ¹Programa de Pós Graduação - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos, PR

12 ²Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos, PR

13 ³Programa de Pós Graduação - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – Campos dos
14 Goytacazes, RJ

15 ⁴Graduação - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos, PR

16 **RESUMO**

17 Neste trabalho o objetivo foi avaliar o efeito das diferentes doses de Nitrogênio: 0, 60,
18 120 e 240 kg ha⁻¹ sobre a composição bromatológica e os parâmetros da cinética de
19 degradação ruminal da Aveia branca cultivar URS Guapa obtida de dois anos
20 consecutivos de cultivo (2013-2014). Foram realizadas as análises de PB, MM, MS, EE,
21 FDN (aFDNmo), Lignina, CHO solúveis e PIDA. Para a cinética de degradação ruminal
22 as incubações foram realizadas com 0,5g de ASA, 40 mL de um meio de cultivo
23 anaeróbico e 10 mL de inóculo ruminal. Não foi observado efeito da adubação
24 nitrogenada sobre variáveis analisadas em nenhum dos anos de cultivo. As variáveis
25 bromatológicas foram influenciadas pelos fatores ambientais que ocorreram nos
26 respectivos períodos experimentais e os parâmetros da cinética de degradação ruminal
27 foram correspondentes à composição bromatológica. No ano de 2013, foram observados
28 valores superiores para as variáveis PB, MM, PIDA, CHO solúveis e CNF, resultando em
29 valores superiores também para os parâmetros da cinética de produção de gás *in vitro*, Vf_1
30 e k_2 . A composição da cultivar em 2014 tendeu a maiores teores de FDN, Lignina e CT,
31 e valores superiores para os parâmetros Vf_2 e L . O parâmetro k_1 não foi significativo em
32 nenhum dos períodos experimentais avaliados. A cultivar em 2014 teve seu valor
33 nutritivo negativamente influenciado pelo atraso na semeadura e pela soma de períodos
34 de restrição hídrica combinados com a elevação da temperatura. O elevado valor
35 nutricional dessa forrageira, especialmente em 2013, demonstra que pode ser utilizada
36 para suprir o déficit da baixa produção de pastagens tropicais no inverno do Sul do Brasil.

37
38 **Palavras-chave:** carboidratos. degradação. nitrogênio.

40

ABSTRACT

41 The objective of this study was to evaluate the effect of the different doses of Nitrogen:
42 0, 60, 120 and 240 kg ha⁻¹ on the bromatological composition and the parameters of the
43 rumen degradation kinetics of the white Oats Guapa obtained from two consecutive years
44 of cultivation (2013-2014). The analyzes of PB, MM, MS, EE, NDF (aFDN_{mo}), Lignin,
45 soluble CHO and PIDA were performed. For ruminal degradation kinetics incubations
46 were performed with 0.5 g ASA, 40 mL of an anaerobic culture medium and 10 mL of
47 ruminal inoculum. No effect of nitrogen fertilization on variables analyzed in any of the
48 growing years was observed. The bromatological variables were influenced by the
49 environmental factors that occurred in the respective experimental periods and the
50 parameters of the ruminal degradation kinetics corresponded to the bromatological
51 composition. In the year of 2013, higher values were observed for PB, MM, PIDA,
52 soluble CHO and CNF variables, resulting in higher values also for in vitro gas production
53 kinetics, V_{f1} and k_2 . The composition of the cultivar in 2014 tended to higher levels of
54 NDF, Lignin and CT, and higher values for the parameters V_{f2} and L. The parameter k_1
55 was not significant in any of the experimental periods evaluated. The cultivar in 2014 had
56 its nutritive value negatively influenced by the delay in sowing and by the sum of periods
57 of water restriction combined with the elevation of temperature. The high nutritional
58 value of this fodder, especially in 2013, shows that it can be used to supply the deficit of
59 low tropical pasture production in the southern Brazilian winter.
60

61 **Keywords:** carbohydrates. degradation. nitrogen.

62

INTRODUÇÃO

63 O plantio das espécies de aveia branca possibilita a produção de forragem para os
64 rebanhos de leite e corte na época do ano em que ocorre escassez da produção das
65 pastagens tropicais (Machado, 2000). A grande concentração da produção de aveia na
66 região Sul do Brasil se deve aos invernos chuvosos e com temperaturas geralmente mais
67 baixas que em outras regiões do país, condições estas que são fundamentais para o cultivo
68 (Federizzi e Mundstock, 2004).

69 A cultivar URS Guapa, em função da característica precoce, pode ser utilizada
70 para produção antecipada de forragem, nos meses de outono, em comparação com outras
71 cultivares hibernais (Trevisan e Balbinot Júnior, 2012), além da possibilidade de
72 conservação na forma de silagem (Lehmen *et al.*, 2014).

73 Neste contexto, a adubação nitrogenada pode ser uma estratégia para elevar a
74 produção forrageira e incrementar o valor nutricional. O nitrogênio atua diretamente nos
75 processos de divisão celular, fotossíntese além de todas as reações enzimáticas da planta
76 (Uchida, 2000). A intrínseca relação entre nitrogênio foliar e a fotossíntese permite o
77 aproveitamento da energia luminosa para a conversão do nitrato a compostos passíveis

78 de utilização que irão suprir os tecidos de rápido crescimento (Van Soest, 1994). A
 79 fertilização nitrogenada aumenta a qualidade da forragem, podendo afetar positivamente
 80 os valores de PB e NDT, e reduzir a proporção de FDN (Kering *et al.*, 2011).

81 Considerando que o nitrogênio tem grande influência na produção forrageira, este
 82 trabalho teve por objetivo avaliar a composição química e a cinética de degradação
 83 ruminal determinada pela produção de gás *in vitro* da Aveia (*Avena sativa* L.) cultivar
 84 URS Guapa em função da aplicação de diferentes níveis de adubação nitrogenada.

85 MATERIAL E MÉTODOS

86 O experimento foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
 87 UTFPR, campus de Dois Vizinhos, localizada no terceiro planalto paranaense com
 88 altitude de 520 m, latitude de 25°44’’ Sul e longitude de 54°04’’ Oeste. O clima
 89 predominante na região conforme a classificação de Köppen, é o subtropical úmido (Cfa),
 90 com verão quente apresentando temperatura maior que 22°C e nos meses de inverno varia
 91 de -3 a 18°C (Alvares, 2013). O solo caracteriza-se como Nitossolo Vermelho Distrófico
 92 com textura argilosa (Embrapa, 1999).

93 A cultivar avaliada em dois anos consecutivos, 2013 e 2014, foi a Aveia branca
 94 (*Avena sativa* L.) URS Guapa. Nos dois anos de cultivo foram realizadas análises
 95 químicas do solo para posterior aplicação da adubação de base (Tabela 1).

96 Tabela 1. Análises químicas do solo para implantação do experimento

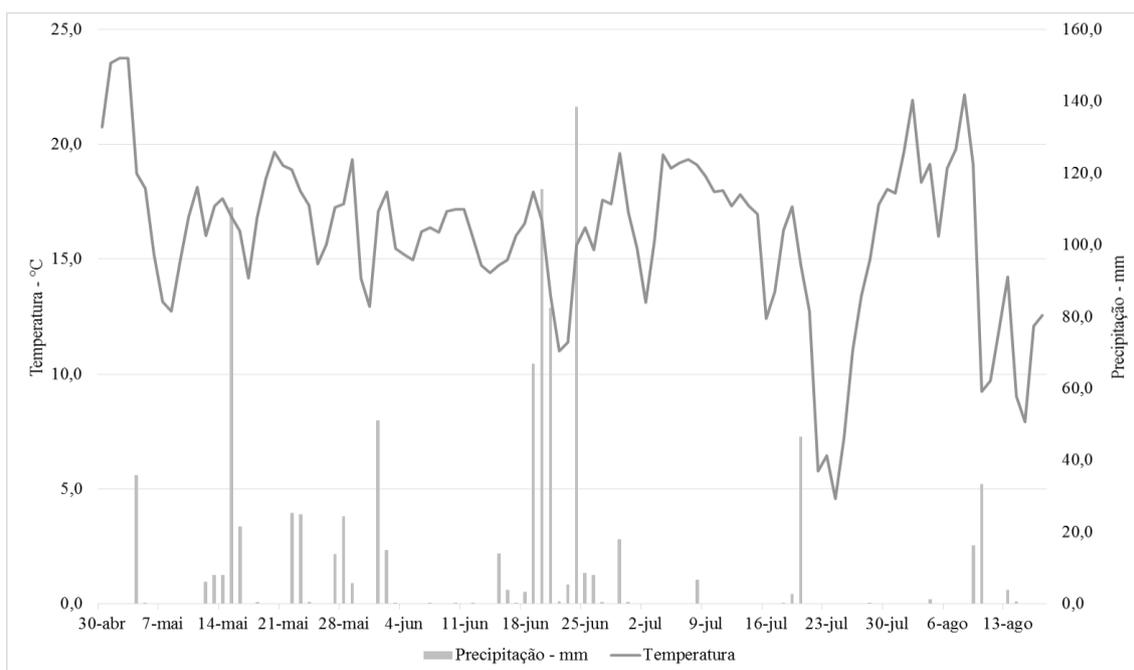
	2012	2012	2013	2013
Profundidade (cm)	0-10	0-20	0-10	0-20
pH (CaCl ₂)	5,20	5,00	5,50	5,50
Índice SMP	6,20	6,30	6,50	6,80
MO (gdm ⁻³)	50,93	33,51	42,69	37,53
H+Al (cmol <dm ⁻³)	3,84	4,28	3,42	2,74
Al ³⁺ (cmol <dm ⁻³)	0,03	0,03	0,0	0,0
P (mgdm ⁻³)	6,70	1,79	7,41	4,63
K (mgdm ⁻³)	0,40	0,18	0,33	0,28
Ca (cmol <dm ⁻³)	5,86	4,19	4,98	5,06
Mg (cmol <dm ⁻³)	3,29	2,73	2,13	1,51
SB (cmol <dm ⁻³)	9,55	7,10	7,44	6,85
CTC (cmol <dm ⁻³)	13,39	11,38	10,86	9,59
V (%)	71,32	62,39	68,51	71,43
Cu (mgdm ⁻³)	4,05	4,04	4,17	4,43
Fe (mgdm ⁻³)	26,89	25,27	38,70	41,33
Zn (mgdm ⁻³)	1,68	1,11	1,87	2,30
Mn (mgdm ⁻³)	173,15	113,05	87,70	84,32

97 MO: matéria orgânica; CTC: capacidade de troca cátions; V: saturação por bases.

98 A temperatura média do período experimental de 2013 e de 2014 foi de 16, 9 e
 99 17,9 °C, respectivamente. A precipitação mensal foi de 234,1 mm para 2013 e de 80,2
 100 mm em 2014. Os demonstrativos da temperatura média e precipitação durante o período
 101 experimental podem ser observados na Figura 1 e Figura 2.

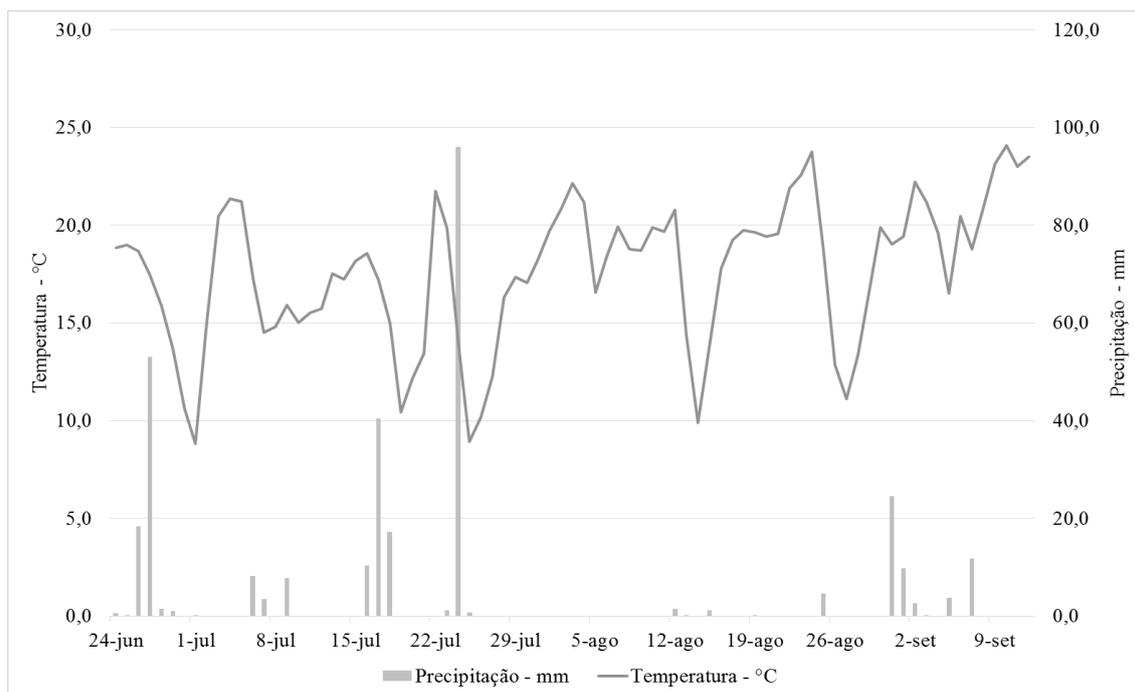
102 Em ambos os anos a área experimental foi composta por 3 parcelas de 24 m²,
 103 subdivididas em 6m², com espaçamento entre parcelas de 0,5m. No ano de 2013, a
 104 adubação de base foi realizada com a aplicação de 145 kg/ha⁻¹ da formulação 08-20-10
 105 (N-P-K). O plantio foi efetuado através de uma semeadora de plantio direto no dia 30/04.
 106 O corte de padronização ocorreu quando o stand de plantas atingiu a altura média de 25
 107 cm, mantendo 10 cm de altura do resíduo para facilitar a rebrota. Os cortes subsequentes
 108 foram realizados com intervalo de 21 dias, nas datas de 27/07, 17/08 e 07/09. A aplicação
 109 da adubação nitrogenada de cobertura ocorreu a cada corte com as doses de 0, 60, 120 e
 110 240 kg ha⁻¹ de N que representavam os diferentes tratamentos.

111



112

113 Figura 1. Temperatura e precipitação pluviométrica observadas para o período
 114 experimental do ano de 2013.



115

116 Figura 2. Temperatura e precipitação pluviométrica observadas para o período
 117 experimental do ano de 2014.

118 Fonte: Gebiomet.

119 Em 2014, o plantio foi realizado no dia 24/06. Para a adubação de base foram
 120 aplicados 145 kg/ha⁻¹ da formulação 08-20-15 (N-P-K). Da mesma forma que no ano
 121 anterior, foi realizado um corte de padronização 21 dias antes dos demais cortes, seguido
 122 da primeira aplicação da adubação nitrogenada. Foram efetuados dois cortes
 123 subsequentes, em 12/09 juntamente com a segunda aplicação de N, e em 17/10. As
 124 parcelas receberam as doses de 0, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de N a cada corte. As amostras
 125 foram coletadas no centro de cada parcela em uma área delimitada de 1m².

126 Após cada corte, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel
 127 identificados e submetidas à secagem a 55°C por 72 horas em estufa de circulação forçada
 128 de ar para a determinação da matéria parcialmente seca. Posteriormente, foram moídas
 129 no moinho tipo Willey com peneira de 1mm e armazenadas em sacos plásticos.

130 As análises bromatológicas e de produção de gás *in vitro* foram realizadas somente
 131 com as amostras coletadas no primeiro e segundo corte do ano de 2013 e do primeiro
 132 corte de 2014. A reduzida produção de forragem nos demais cortes impossibilitou as
 133 análises bromatológicas e de produção de gás *in vitro* dos mesmos.

134 As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Análise de
135 Alimentos da UTFPR - Campus Dois Vizinhos. A Matéria Seca (MS) a Proteína Bruta
136 (PB) e a Matéria Mineral (MM) foram determinadas de acordo com Silva e Queiroz
137 (2002). O Extrato Etéreo (EE) foi obtido por meio do extrator de gordura ANKOM XT-
138 15 pelo método Am 5-04 (AOCS, 2005). A Fibra em Detergente Neutro (aFDNom) foi
139 determinada pelo método de Mertens *et al.*, (2002) (AOAC 2002.04; AOAC, 2005), a
140 Fibra em detergente Ácido (FDA) e a Lignina conforme Moller, (2009) (AOAC 973.18;
141 AOAC, 2005), a Proteína Insolúvel em Detergente Ácido (PIDA) seguiu a determinação
142 da FDA conforme Moller (2009) posteriormente, a determinação da proteína foi realizada
143 seguindo a metodologia de Silva e Queiroz (2002) por meio de uma subamostra do
144 resíduo obtida através da raspagem do cadinho filtrante. A extração dos Carboidratos
145 Solúveis (CHOS) foi realizada conforme Reis *et al.* (2015) e a determinação seguiu o
146 método fenol-ácido sulfúrico de Dubois *et al.* (1956). Os Carboidratos Totais (CT) e os
147 Carboidratos Não Fibrosos foram determinados de acordo com Sniffen *et al.* (1992)
148 conforme as fórmulas: $CT = 100 - (PB + EE + MM)$ e $CNF = 100 - (PB + EE + aFDN_{om}$
149 $+ MM)$, respectivamente.

150 Para proceder a incubação *in vitro*, foram utilizados frascos âmbar de penicilina
151 de 100 mL para acondicionar 0,5 g de amostra, 40 mL de um meio de cultura estritamente
152 anaeróbico preparado conforme Goering e Van Soest, (1970) e mais 10 mL de inóculo
153 ruminal (Hall e Mertens 2008). Posteriormente, os frascos foram fechados com tampas
154 de borrachas e lacres de alumínio e alocados em um banho maria com a temperatura de
155 39°C.

156 O procedimento de coleta do conteúdo ruminal teve aprovação prévia do conselho
157 de ética para uso de animais - CEUA da UTFPR – Campus Dois Vizinhos, sob protocolo
158 nº 2015-013. O conteúdo ruminal, fração líquida e fibrosa, foi obtido de dois bovinos da
159 raça holandesa, com 500 kg de peso vivo mantidos em pastagem de aveia branca (*Avena*
160 *sativa* L.) URS Guapa. Ambos, receberam uma suplementação diária de 2 kg de
161 concentrado durante 15 dias que antecederam a coleta.

162 Para mensurar a pressão e o volume do gás ($mL\ 0.1\ g^{-1}$ de MS) produzido dentro
163 dos frascos, foram realizadas leituras 1, 2, 3, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 72, e 96
164 horas de incubação, através de um equipamento provido de um manômetro (Malafaia *et*
165 *al.*, 1998) ligado a uma pipeta graduada (Abreu *et al.*, 2014).

166 Os valores das medidas da produção de gás *in vitro*, foram usados para ajustar o
167 modelo matemático proposto por Schofield *et al.* (1994):

$$168 \quad V_t = V_{f1}[1 - \exp(-k_1 t)] + V_{f2} \exp\{-\exp[1 + k_2 e(L - t)]\} + \varepsilon;$$

169 Em que os parâmetros são descritos da seguinte forma:

170 V_t : representa a produção cumulativa de gases em função do tempo (t, h).

171 V_{f1} : volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida
172 digestão (mL 0,1 g⁻¹ de MS).

173 V_{f2} : volume máximo de gás produzido pela degradação da fração insolúvel
174 potencialmente degradável de digestão lenta (mL 0,1 g⁻¹ de MS).

175 k_1 : taxa específica de produção de gás pela degradação da fração solúvel de rápida
176 digestão (h⁻¹);

177 k_2 : taxa específica de produção de gás pela degradação da fração insolúvel
178 potencialmente degradável de digestão lenta (h⁻¹);

179 L : latência (h⁻¹);

180 e : base dos logaritmos naturais

181 ε : erro aleatório

182 Os dados oriundos das análises bromatológicas e os valores estimados para os
183 parâmetros do modelo de cinética de degradação foram transformados pelo método de
184 Box-Cox (Box e Cox, 1964). Após a transformação utilizou-se o Proc Mixed do SAS com
185 o método da Máxima verossimilhança (ML) para escolha da matriz de variâncias e
186 covariâncias que melhor se ajustaria aos dados, por meio do valor de Akaike corrigido
187 (AICc) (Littel *et al.*, 2006), foram testadas as matrizes componente de variância (VC) e
188 autorregressiva de primeira ordem (AR(1)). Após a escolha da melhor matriz para cada
189 variável, os dados foram analisados por meio do seguinte modelo estatístico:

$$190 \quad Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + b_j + \beta_k + \gamma(\beta)_{kl} + \alpha\beta_{ik} + \alpha\gamma(\beta)_{ikl} + e_{ijkl}$$

191 Y_{ijkl} é a observação referente ao i -ésimo nível de adubação (α_i) no j -ésimo bloco (b_j) do k -
192 éximo ano (β_k) do l -ésimo corte dentro do k -ésimo ano ($\gamma(\beta)_{kl}$). Os efeitos fixos do modelo
193 acima são a média geral (μ), α_i , β_k e $\gamma(\beta)_{kl}$ e os efeitos aleatórios b_j e o erro aleatório e_{ijkl} .

194 O modelo estatístico com seus efeitos e respectivas interações ($\alpha\beta_{ik}$ e $\alpha\gamma(\beta)_{ikl}$) foi ajustado
195 por meio do PROC MIXED do SAS (versão 9.4) usando a máxima verossimilhança
196 restrita (REML) como método de estimação. As variáveis que apresentaram efeito
197 significativo de nível de adubação foram analisadas por meio de regressão robusta

198 (ROBUSTREG) e as que apresentaram efeito significativo de ano ou corte dentro de ano
199 tiveram suas médias comparadas por meio do teste de Tukey-Kramer.

200

RESULTADOS

201 A adubação nitrogenada não influenciou a composição química da planta (valor p
202 variou de 0,1552 para FDN a 0,8686 para MM), nem os parâmetros da cinética de
203 digestão *in vitro* (valor p variou de 0,249 para *L* a 0,7056 para *k*₂).

204 No ano de 2013 o maior volume de chuva ocorreu do mês de junho (535,6 mm)
205 (Tab. 1). Nos meses de julho, até a segunda quinzena de agosto as chuvas foram esparsas
206 e de baixa intensidade (114 mm). Houve um período de três semanas de veranico no mês
207 de julho. A temperatura média desde o plantio até o final do período experimental foi de
208 16,9 °C. No ano de 2014, o plantio foi realizado no final do mês de junho. A temperatura
209 média no período do experimento ficou em 17,9 °C (Tab. 2), o que demonstra a ocorrência
210 de um inverno atípico.

211 As temperatura máxima registrada em 2013 foi de 30,7°C, que ocorreu logo após
212 o plantio, o decorrer do ciclo produtivo correu com temperaturas máximas inferiores a
213 esta.

214 Já em 2014, a temperatura máxima, 31,04°C, foi registrada no mês de setembro,
215 próximo ao final do período experimental.

216 Chuvas esparsas e de baixa intensidade ocorreram nos meses de agosto e início de
217 setembro.

218 Tabela 1. Temperatura média mensal (°C) e precipitação mensal (mm) no período
219 experimental de 2013

	Temperatura - °C	Precipitação - mm
Abril	20,7	0,0
Mai	17,3	286,4
Junho	15,9	535,6
Julho	15,1	58,0
Agosto	15,4	56,4
Média	16,9	234,1

220 Fonte: Gebiomet.

221

222 Tabela 2. Temperatura média mensal (°C) e precipitação mensal (mm) no período
223 experimental de 2014

	Temperatura - °C	Precipitação - mm
Junho	16,3	74,6
Julho	15,8	185,6
Agosto	18,4	32,2
Setembro	21,1	28,2
Média	17,9	80,2

224 Fonte: Gebiomet.

225 A precipitação em agosto, mês em que foi realizado o primeiro corte, foi de 32,2
226 mm, bem abaixo do valor da precipitação média para o período nesta região, constatado
227 em torno de 113,6 mm (Possenti *et al.*, 2007).

228 Os valores observados para as variáveis bromatológicas no ano de 2013 foram
229 significativamente superiores ($p < 0,001$) para PB, MM, PIDA, CHOs e CNF em
230 comparação com o ano de 2014 (Tabela 3). Por outro lado, os teores de FDN, Lignina e
231 CT foram maiores no ano de 2014 (Tabela 3). Não houve efeito significativo para os
232 teores de MS e EE entre os anos de cultivo (Tabela 3).

233 No ano de 2013 o volume de gás observado pela degradação da fração solúvel de
234 rápida digestão (Vf_1) e para a taxa específica de produção de gás pela degradação da fração
235 insolúvel potencialmente degradável de digestão lenta (k_2) foram significativamente
236 maiores que 2014 (Tabela 4). Em contrapartida, o volume de gás produzido pela
237 degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de lenta digestão (Vf_2) e a
238 latência (L) foram menores em 2013 do que em 2014. Em relação ao parâmetro k_1 ,
239 referente à taxa específica de produção de gás pela degradação da fração solúvel de rápida
240 digestão, não foram observadas diferenças significativas entre os períodos experimentais
241 avaliados.

242

243

244

245

246 Tabela 3. Composição química da aveia branca (*Avena sativa* L.) URS Guapa para os
 247 anos de 2013 e 2014 com intervalo de confiança (IC) de 99% e p valores

Variáveis	Ano		p valor
	2013	2014	
Matéria Seca (MS)	192 ± 31,2	157 ± 42,7	0,0749
Proteína Bruta (PB)	255 ± 12,6	208 ± 17,2	<0.0001
Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (FDN)	402 ± 20,3	591 ± 27,8	<0.0001
Carboidratos Não Fibrosos (CNF)	209 ± 24,9	89 ± 34,1	<0.0001
Carboidratos Solúveis (CHOs)	89 ± 11,8	36 ± 16,1	<0.0001
Carboidratos Totais (CT)	611 ± 15,0	680 ± 20,6	<0.0001
Lignina	24 ± 2,9	34 ± 4,0	<0.0001
Proteína Insolúvel em Detergente Ácido (PIDA)	39 ± 6,9	23 ± 9,4	<0.0001
Matéria Mineral (MM)	94 ± 5,7	77 ± 7,7	< 0001
Extrato Etéreo (EE)	40 ± 2,9	36 ± 4,0	0,0252

248 Valores expressos em g.kg⁻¹ da MS p valor: nível de significância $\alpha < 0,01$

249 Tabela 4. Parâmetros da cinética de degradação da aveia branca (*Avena sativa* L.) URS
 250 Guapa para os anos de 2013 e 2014 com intervalo de confiança (IC) de 99% e p valores

Parâmetros	Ano		p valor
	2013	2014	
<i>Vf₁</i>	16,46 ± 1,59	11,97 ± 1,87	< 0,0001
<i>k₁</i>	0,22 ± 0,02	0,24 ± 0,03	0,1934
<i>Vf₂</i>	15,59 ± 1,02	18,75 ± 1,39	< 0,0001
<i>k₂</i>	0,031 ± 0,00	0,028 ± 0,00	0,0004
<i>L</i>	2,43 ± 0,26	3,36 ± 0,36	< 0,0001

251 *Vf₁* e *Vf₂* representam o volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida
 252 digestão e da fração insolúvel potencialmente degradável de lenta digestão em mL 0,1 g⁻¹ de MS,
 253 respectivamente; *k₁*, corresponde a taxa específica de produção de gás pela degradação da fração solúvel
 254 de rápida digestão; e *k₂*, a taxa específica de produção de gás pela degradação da fração insolúvel
 255 potencialmente degradável de digestão lenta, dado em horas; *L* é o tempo de latência, dado em horas.
 256 p valor: nível de significância $\alpha < 0,01$

257

258

DISCUSSÃO

259

260 As esparsas precipitações observadas nos períodos de aplicação das doses de
261 nitrogênio em cobertura, nos dois anos de cultivo, podem ter afetado a absorção do
262 nitrogênio (N) pela planta, uma vez que a restrição hídrica altera o processo de
263 assimilação do N (Shaner e Boyer, 1976). Provavelmente por isso, não se observou o
264 efeito da adubação sobre a composição bromatológica e a cinética de degradação *in vitro*.
265 A disponibilidade de água no solo é determinante para a absorção dos compostos
266 nitrogenados (Primavesi, 2002). González-Dugo *et al.* (2011) relatam que o déficit
267 hídrico afeta a absorção de N e o estado nutricional das plantas, devido ao transporte
268 depender da obtenção do N mineral na solução do solo. Neste caso, a restrição no fluxo
269 de água pelo xilema acarreta uma considerável redução da concentração foliar de N,
270 tornando esta inferior ao valor crítico para o crescimento.

271 Logo após a aplicação das doses de N em cobertura, uma chuva de 28 mm já
272 seria relevante para incorporar a ureia ao solo com menores perdas (Lara Cabezas *et al.*,
273 1997). Contudo, as precipitações só ocorreram dias após as aplicações e foram de baixa
274 intensidade, fato que não colaborou com a translocação até as raízes para a absorção.

275 O atraso da semeadura em 2014, com o plantio no final do mês de junho reduziu
276 o número de cortes. Plantios tardios para forrageiras hibernais, como no mês de junho,
277 resultam em menor número de cortes e um menor período de duração da pastagem, devido
278 à antecipação do ciclo vegetativo (Flaresso *et al.*, 2001), por ocasião, o valor nutritivo da
279 forragem também é reduzido, pela relação inversa entre os teores dos componentes do
280 conteúdo celular e da fração fibrosa (Van Soest, 1994).

281 Ainda neste contexto, Soares *et al.* (2013) observaram que o plantio em junho
282 reduziu o percentual de PB da aveia IPR 126 de 20,6%, observado no plantio em abril,
283 para 17,6% e elevou o percentual de FDN de 56,7 para 62,9%. Provavelmente, o atraso
284 no plantio ocorrido no ano de 2014 tenha contribuído para a redução do teor de PB e o
285 aumento do teor de FDN observados no presente trabalho (Tabela 1).

286 Além disso, as condições de temperatura mais elevada e menor precipitação
287 (Figura 1), observadas no ano de 2014 também podem ter afetado a qualidade nutricional

288 da aveia reduzindo a fração de CHOs, CNF e PB e aumentando os teores dos componentes
289 menos digestíveis e indigestíveis (FDN e Lignina) em 2014 (Tabela 1).

290 Em situações de restrição hídrica, o aumento da temperatura acentua os efeitos
291 do estresse hídrico por aumentar as taxas de perda de água (Bade *et al.*, 1985). Nos
292 períodos de falta de precipitação pluviométrica e temperatura mais elevada, a planta lança
293 mão da transpiração para resfriar-se. Especialmente em plantas C3, anatomia foliar não
294 possui o mecanismo concentrador de CO₂ o que reduz significativamente a eficiência
295 no uso da água uma vez que requer maior abertura estomática para entrada do CO₂
296 favorecendo a perda de moléculas de água pela transpiração (Kerbaudy, 2004).

297 A alta taxa de transpiração tem sido associada com alterações na planta para
298 conservar a água (Tardieu *et al.*, 2000), nessa situação pode ocorrer a maior síntese de
299 carboidratos de estrutura (Wang *et al.*, 2016), o que pode ser a resposta para o aumento
300 do teor de FDN em 2014. Estas mudanças na estrutura da planta consistem numa forma de
301 resistência aos fatores externos, e estão relacionadas à manutenção da hidratação e da
302 estrutura das células da planta para manter o crescimento (Wang *et al.*, 2016; Cosgrove,
303 2016; Tardieu *et al.*, 2011).

304 Na restrição hídrica a remodelação da parede celular aumenta também a
305 polimerização da lignina, como estratégia de enrijecimento e restrição da expansão das
306 células para evitar a perda de água (Bacon *et al.*, 1997), explicando o concomitante
307 aumento da Lignina em 2014, onde a restrição hídrica foi mais severa e a temperatura
308 mais elevada. Desta forma, torna a célula menos permeável à perda de água mantendo a
309 hidratação dos tecidos em baixos níveis de água no solo, permitindo a continuidade da
310 fotossíntese (Hura *et al.*, 2013).

311 Em estresse hídrico, o processo de deposição de lignina pode ocorrer
312 precocemente para controlar a expansão celular e assim possibilitar a continuidade das
313 reações metabólicas e do crescimento durante a seca (Bacon *et al.*, 1997). Outra possível
314 explicação para o aumento do teor de lignina reside na necessidade de aumentar a rigidez
315 dos tecidos vasculares, particularmente o xilema por meio da deposição de lignina como
316 uma forma de suportar o transporte da água sob pressão negativa em função do baixo
317 potencial no solo (Taiz e Zeiger, 2006).

318 O atraso no plantio em 2014, levou ao desenvolvimento da cultivar em
319 temperaturas mais elevadas, sendo que o grau de deposição de lignina nas folhas aumenta
320 de forma consistente com a temperatura entre 10 ° C até a 30 ° C (Ames *et al.*, 1993). O
321 conteúdo de parede celular das folhas recentemente expandidas de gramíneas tropicais e
322 temperadas aumenta com a elevação da temperatura, sugerindo que estas modificações
323 provocam a aceleração dos processos normais de maturação dos tecidos (Wilson *et al.*,
324 1976). Esta tendência a maturidade aumenta a proporção de tecidos de sustentação que
325 são lignificados, como xilema e esclerênquima (Moore e Jung, 2001). Semelhantemente
326 ao estresse pela falta de água, o aumento da deposição de carboidratos de estrutura e da
327 síntese da lignina estão associados a proteção da célula e tolerância ao calor (Hura *et al.*,
328 2007; Gall *et al.*, 2015).

329 .Existe uma grande relevância da água no desenvolvimento das cultivares para
330 o rendimento e adequado valor nutricional da forragem. Isso pode ser demonstrado
331 quando em níveis de irrigação que supriram maiores quantidades de água para a o cultivo
332 da aveia branca (*Avena Sativa*), resultaram em maior produção de forragem com menor
333 proporção de fibra e expressivos teores de PB (Tahir *et al.*, 2014), indicando que fatores
334 como déficit hídrico além das temperaturas mais elevadas podem ocasionar a produção
335 de forragem de baixa qualidade.

336 O possível efeito do atraso da semeadura em 2014 submeteu o ciclo produtivo a
337 temperaturas mais elevadas que, somado às reduzidas ocorrências de chuvas, reduziram
338 os componentes solúveis da forragem. A redução dos níveis de PB, CHO solúveis e MM
339 no ano de 2014 (Tabela 1) pode estar relacionada com a redução do conteúdo celular
340 induzido pelos fatores ambientais observados no período.

341 . Com a maturação o valor nutritivo das plantas declina através do direcionamento
342 do carbono fotossintético para a estrutura da planta. Este acúmulo de parede celular
343 estrutural dilui a proporção representada pelo conteúdo celular (Van Soest, 1994). Neste
344 caso, por consequência da aceleração da maturidade, a planta aumentou a porção fibrosa
345 com a simultânea redução dos carboidratos solúveis do conteúdo celular, por meio do
346 estímulo ao crescimento e uso de reservas

347 A intensidade das chuvas pode interferir na capacidade da planta em absorver
348 minerais do solo (Van Soest, 1994), o que explicaria a menor concentração de MM em

349 2014 (Tabela 1). Da mesma forma, os efeitos da maturidade reduzem o teor da maior
350 parte dos minerais (Brink *et al.*, 2006).

351 Os valores de PB tendem a diminuir com o estresse hídrico, devido, possivelmente
352 ao menor fluxo de nitrogênio do solo para as folhas onde ocorre a incorporação à
353 aminoácidos (Shanner e Boyer, 1976), por ocasião das reduzidas precipitações que
354 provavelmente foram insuficientes para permitir a o fluxo de N no solo até a superfície
355 das raízes, o que limitou a absorção do macromineral (González-Dugo *et al.*, 2010).

356 Os valores de PIDA foram maiores em 2013, provavelmente, devido à proporção
357 de PB encontrada na forrageira neste ano também ter sido maior (Tabela 1).

358 Nos dois anos ocorreram condições climáticas atípicas (Figuras 1 e 2), entretanto,
359 as maiores restrições foram observadas no ano de 2014 (Figura 2). Os efeitos dos fatores
360 ambientais, especialmente no ano de 2014, afetaram a composição química da aveia e,
361 consequentemente, seu valor nutricional, o que interferiu na cinética de produção de gás
362 *in vitro* (Tabela 2).

363 O aumento dos componentes fibrosos (Tabela 1) levou a um aumento na produção
364 de gases obtidos da degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de lenta
365 digestão (Vf_2) em 2014 (Tabela 2).

366 O maior tempo de latência (L) (Tabela 2) também pode estar relacionado com a
367 proporção de FDN e lignina que foram maiores em 2014 (Tabela 1). A provável
368 explicação reside na limitação ao acesso dos microrganismos à fibra causada pela lignina.
369 Esta estimulação da lignificação das células da parede celular e dos tecidos vasculares,
370 como forma de resistência aos fatores ambientais é a causa plausível do aumento da
371 latência.

372 Este polímero de caráter hidrofóbico, além da toxicidade a microbiota causa o
373 impedimento físico ao acesso das enzimas hidrolíticas, aumentando o tempo dos eventos
374 iniciais de digestão (Kerley *et al.*, 1988).

375 De forma contrária, o volume de gás proveniente da degradação da fração solúvel
376 de rápida digestão (Vf_1) foi superior para a forragem obtida no ano de 2013 (Tabela 2),
377 devido à sua maior proporção de CNF e CHOs (Tabela 1).

378 O parâmetro Vf_1 é mais um indicativo da qualidade superior da forrageira
379 cultivada no ano de 2013, em que as condições de precipitação e temperatura não afetaram
380 a composição da planta tão drasticamente quanto em 2014.

381 Em 2014, o processo de maturidade acelerado pelos fatores ambientais causaram
382 um decréscimo no acúmulo de CHOs e CNF pela planta reduzindo seus teores no
383 conteúdo celular vegetal e limitando os substratos disponíveis para os microrganismos
384 ruminais que degradam CNF (Russel, 1998).

385 A taxa específica de produção de gás pela degradação da fração insolúvel
386 potencialmente degradável de digestão lenta (k_2) foi menor para a forragem colhida no
387 ano de 2014 (Tabela 2), evidenciando aumento do tempo necessário para a degradação
388 da parede celular. Este fato pode ser explicado pelo maior teor de lignina em 2014 (Tabela
389 2) que interferiu na degradação da FDN. Quanto mais elevado o teor de lignina, menor a
390 digestibilidade, uma vez que a lignina afeta a disponibilidade dos polissacarídeos fibrosos
391 à digestão por causar um impedimento físico à ação hidrolítica das enzimas microbianas
392 (Moore e Jung, 2001). Dentre os fatores ambientais, o aumento da temperatura (Ames *et*
393 *al.*, 1993) e a baixa umidade do solo (Bacon *et al.*, 1997) elevam os teores de lignina na
394 planta como pode ser depreendido das figuras 1 e 2 a média de temperatura foi maior em
395 2014, enquanto a precipitação foi mais escassa, o que, provavelmente, interferiu na
396 digestibilidade e na taxa de degradação da forragem (Wilson *et al.*, 1976; Undersander *et*
397 *al.*, 1987).

398 Por outro lado, o aumento do k_2 para 2013, possivelmente está relacionado com a
399 maior facilidade de degradação da fibra devido a menor incrustação de lignina (Akin *et*
400 *al.*, 1987). Neste período experimental as condições foram mais propícias ao
401 desenvolvimento da planta, com menor deposição de metabólitos de defesa às condições
402 adversas, como a lignina. Outro fator importante, foram as temperaturas mais amenas,
403 que ao contrário de 2014, não ocasionaram a maturidade acelerada dos tecidos.

404 Não houve diferença significativa para o parâmetro k_1 correspondente à taxa
405 específica de produção de gás pela degradação da fração solúvel de rápida digestão. Esta
406 tendência à similaridade dos valores observados para k_1 entre os anos de cultivo pode ser
407 explicada pelo maior grau de digestibilidade desta fração, visto que os componentes
408 solúveis, tais como os açúcares e polissacarídeos não fibrosos são degradados muito
409 rapidamente. Além disso, esses carboidratos do conteúdo celular estão totalmente
410 disponíveis à digestão por não possuírem incrustação de lignina (Van Soest, 1967).

411 Em analogia com os dados de Kölln (2016), ainda não publicados, avaliando a
412 cultivar IPR 126 no mesmo local e período em 2013, observa-se valores próximos para

413 os parâmetros Vf_2 (14,35 mL 0,1 g⁻¹ de MS) e k_2 (0,026 h⁻¹), aos obtidos no presente
414 trabalho (Tabela 2). Da mesma forma, a avaliação da IPR 126 em 2014 cujos valores de
415 Vf_2 e k_2 foram 22,85 mL 0,1 g⁻¹ de MS e 0,032 h⁻¹ (Kölln, 2016), respectivamente, não
416 ficaram muito diferente dos encontrados por nós para a cultivar URS Guapa (Tabela 2).

417 A cultivar URS Guapa foi desenvolvida para produção granífera, entretanto,
418 levando em consideração os dados apresentados sobre a composição bromatológicas e
419 cinética de degradação, pode-se inferir que apresenta potencial para produção de
420 forragem de excelente qualidade nutricional, principalmente quando cultivada em
421 períodos de precipitação e temperaturas mais favoráveis ao seu desenvolvimento.

422 Quando comparada com os valores da composição bromatológica da aveia branca
423 (*Avena sativa* L.) cultivar IPR 126 obtidos por Kölln (2016), cujos valores de PB, CNF e
424 FDN foram 246, 168 e 462 g kg⁻¹ de MS, respectivamente, observa-se que os resultados
425 obtidos para a cultivar URS Guapa foram bastante próximos para a mesma época de
426 cultivo no ano de 2013 (Tabela 1).

427 No ano de 2013 as condições climáticas apresentaram menores restrições ao
428 desenvolvimento da cultivar possibilitando a produção de forragem de elevado valor
429 nutricional, evidenciado pelos reduzidos valores de FDN e elevados teores de PB e CNF
430 (Tabela 1).

431 O maior teor de CNF está relacionado com a maior ingestão de nutrientes de alta
432 digestibilidade, assim, forrageiras de melhor qualidade promovem maior consumo por
433 reduzir a limitação por enchimento, da mesma forma, os maiores teores de PB favorecem
434 a digestão ruminal e a produção microbiana (Van Soest, 1994).

435 Contudo, para o adequado processo fermentativo é imprescindível a combinação
436 de fontes proteicas e energéticas com degradabilidades semelhantes, para aumentar a
437 eficiência dos microrganismos ruminais (Russel *et al.*, 1992). Moreira *et al.* (2001),
438 avaliando a aveia IPR 61 adubada com 200 kg de N/ha, obtiveram valores de PB de 243,8
439 g kg⁻¹ de MS, e sugeriram a suplementação energética para a adequação da fermentação
440 microbiana nestes casos em que se observa elevados teores de PB na forrageira.
441 Corroborando a afirmação destes autores, acreditamos ser necessário realizar o
442 fornecimento de fontes energéticas para otimizar a utilização do nitrogênio no rúmen de
443 animais mantidos em pastagens de aveia URS Guapa.

CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada não influenciou a composição da cultivar em nenhum dos anos de cultivo. A composição da forrageira foi negativamente influenciada pelas condições ambientais no período experimental de 2014, o que intensificou a deposição de lignina e o aumento da FDN determinando a redução no volume de gases do parâmetro Vf_1 e da taxa de degradação da fração de lenta digestão (k_2) e aumentou a latência (L). Apesar de ter sido desenvolvida para a produção de grãos, a cultivar URS Guapa apresenta-se como uma forrageira de elevado valor nutricional.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. Aos laboratórios de Bromatologia e Análise de Alimento e de Parasitologia, e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M.L.C. *Avaliação nutricional da Cunhã (Clitoria ternatea L.) em diferentes idades de corte*. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado) – Ciência Animal, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.
- AKIN, D. E. et al. Influence of delignifying agentes on tissue structure in bermudagrass stems. *Food Microstructure*, v. 6, p.103-113, 1987.
- ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013.
- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. *AM 5-04: Rapid Determination of Oil/Fat Utilizing High Temperature Solvent Extraction (For XT10, XT10I, XT15, XT15I)*. 2 ed. Urbana: AOCS, 2009.
- AMES, N.; McELROYT, A.R.; ERFLE, L.. The effect of temperature on quality characteristics in timothy (*Phleum pratense* L.) genotypes. *Can. J. of Plant Sci.*, v. 73, n. 4, p.1017-1026, 1993.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. *AOAC 2002.04*: Amylase-Treated Neutral Detergent Fiber in Feeds. 18 ed. Gaithersburg: AOAC Internacional, 2005. 49 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. *AOAC 973.18*: Fiber (Acid Detergent) and Lignin (H₂SO₄) in Animal Feed. 18 ed. Gaithersburg: AOAC Internacional, 2005. 49 p.
- BACON, M.A.; THOMPSON, D.S.; DAVIES, W.J. Can cell wall peroxidase activity explain the leaf growth response of *Lolium temulentum* L. during drought? *J. of Exper. Botany*, v. 48, n. 12, p.2075-2085, 1997.
- BADE, D.H.; CONRAD, B.H.; HOLT, E.C. Temperature and Water Stress Effects on Growth of Tropical Grasses. *J. of Range Man.*, v. 38, n. 4, p.321-324, 1985.
- BORTOLINI, P.C. *Duração do pastejo na produção de forragem e de grãos em cereais de inverno no sul do Paraná*. 2004. 90 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BOX, G.E.P.; COX, D.R. An Analysis of Transformations. *J. of The Royal Stat. Soc.*, v. 26, n. 2, p.211-252, 1964.
- BRINK, G.E. et al. Maturity Effects on Mineral Concentration and Uptake in Annual Ryegrass. *J. of Plant Nut.*, v. 29, n. 6, p.1143-1155, 2006.
- CASTAGNARA, D. D. *Produção de grãos, forragem, palhada e propriedades físicas em latossolo vermelho sob diferentes usos em sistemas de integração lavoura pecuária*. 2012. 95 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2012.
- CASTRO, F.G.F. et al. Época de corte, produção, composição-químico-bromatológica e digestibilidade da matéria seca da grama-estrela florico. *Sci. Agric.*, v. 56, n. 1, p.225-234, 1999.
- CONTRERAS-GOVEA, F.E.; ALBRECHT, K.A. Forage Production and Nutritive Value of Oat in Autumn and Early Summer. *Crop Sci.*, v. 46, n. 6, p.2382-2386, 2006.
- COSGROVE, D. J. et al. Plant cell wall extensibility: connecting plant cell growth with cell wall structure, mechanics, and the action of wall- modifying enzymes. *Journal of Exp. Bot.*, v. 67, n. 2, p.463-476, 2016.
- DETMANN, E. 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. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 38, n. 1, p.149-158, 2009.
- DUBOIS, M. et al. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analytical Chemistry*, v. 28, n. 3, p.350-356, 1956.

- EMBRAPA (Rio de Janeiro). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999. 412 p.
- FLARESSO, J.A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. Época e Densidade de Semeadura de Aveia Preta (*Avena strigosa* Schreb.) e Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 30, n. 6, p.1969-1974, 2001.
- FEDERIZZI, L.C.; MUNDSTOCK, C.M. FODDER OATS: AN OVERVIEW FOR SOUTH AMERICA. In: SUTTIE, J.M.; REYNOLDS, S.G. (Ed.). *FODDER OATS: a world overview*. 33. ed. Roma: Food And Agriculture Organization of The United Nations, 2004. Cap. 4.
- GRUPO DE ESTUDOS EM BIOMETEOROLOGIA - GEBIOMET (Dois Vizinhos - Pr). Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. *Dados clima 2013 e 2014*. 2016. Disponível em: <<http://www.gebiomet.com.br/>>. Acesso em: 11 dez. 2016.
- HALL, M.B.; MERTENS, D.R. *In Vitro* Fermentation Vessel Type and Method Alter Fiber Digestibility Estimates. *J. of Anim. Sci.*, v. 91, n. 1, p.301-307, 2008.
- HURA, T. et al. Physiological and Biochemical Tools Useful in Drought-Tolerance Detection in Genotypes of Winter Triticale: Accumulation of Ferulic Acid Correlates with Drought Tolerance. *Ann Bot.*, v. 100, n. 4, p.767-775, 2007.
- HURA, T. et al. The cell wall-bound phenolics as a biochemical indicator of soil drought resistance in winter triticale. *Plant Soil Environ.*, v. 59, n. 5, p.189-195, 2013.
- GALL, H. L. et al. Cell Wall Metabolism in Response to Abiotic Stress. *Plants*, v. 16, n. 4, p.112-166, 2015.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage Fiber Analyses: Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications. *Agric. Handbook*, v. 379, p.1-20, 1970.
- GONZALEZ-DUGO, V. et al. Restricted root-to-shoot translocation and decreased sink size are responsible for limited nitrogen uptake in three grass species under water deficit. *Environ. and Experimental Bot.*, v. 75, n. 1, p.258-267, 2012.
- KERING, M.K. Effect of Nitrogen Fertilizer Rate and Harvest Season on Forage Yield, Quality, and Macronutrient Concentrations in Midland Bermuda grass. *Com. In Soil Sci. And Plant Analysis*, v. 42, p.1958-1971, 2011.
- KERBAUY, G. B. *Fisiologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452 p.
- KERLEY, M. S. Effects of lignification, cellulose cristallinity and enzyme accessible space on the digestibility plant cell wall carbohydrates by the ruminant. *Food Structure*, v. 7, n. 1, p.59-65, 1988.

- CABEZAS, W.A.R. Lara et al. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: I. Efeito da irrigação e substituição parcial da ureia por sulfato de amônio. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 21, p.481-487, 1997.
- LEHMEN, R.I. et al. Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de cereais de inverno. *Ciênc. Rural*, v. 44, n. 7, p.1180-1185, 2014.
- LITTELL, R.C. *SAS® for Mixed Models*. 2. ed. Cary: Sas Institute Inc., 2006. 814 p
- MALAFIA, P.A.M. et al. Cinética Ruminal de Alguns Alimentos Investigada por Técnicas Gravimétricas e Metabólicas. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 27, n. 2, p.370-380, 1998.
- MERTENS, D.R. Gravimetric Determination of Amylase-Treated Neutral Detergent Fiber in Feeds with Refluxing in Beakers or Crucibles: Collaborative Study. *J. of AOAC Inter.*, v. 85, n. 6, p.1217-1240, 2002.
- MÖLLER, J. Gravimetric determination of acid detergent fiber and lignin in feed Interlaboratory study. *J. of AOAC Inter.*, v. 92, n. 1, p.74-90, 2009.
- MOORE, K.J.; JUNG, H.G. Lignin and fiber digestion. *J. of Range Man.*, v. 54, n. 4, p.420-430, 2001.
- MOREIRA, F.B. et al. Avaliação de aveia preta cv Iapar 61 submetida a níveis crescentes de nitrogênio em área proveniente de cultura de soja. *Acta Scientiarum*, v. 23, n. 4, p.815-821, 2001.
- MUNIZ, E.B et al. Cinética de degradação ruminal de carboidratos de volumosos secos e aquosos: técnica de produção de gases. *Sem.: Ciênc. Agrárias*, v. 32, n. 3, p.1191-1200, set. 2011.
- RUSSELL, J. B.. Strategies That Ruminal Bacteria Use to Handle Excess Carbohydrate. *American Soc. of Animal Sci.*, v. 76, p.1955-1963, 1998.
- RUSSELL, J. B. et al. A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: I. Ruminal Fermentation. *J. of Anim. Sci.*, v. 70, n. 11, p.3551-3561, 1992.
- SCHOFIELD, P.; PITT, R.E.; PELL, A.N. Kinetics of fiber digestion from in vitro gas production. *J. of Anim. Sci.*, v. 72, n. 11, p.2980-2991, 1994.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos Métodos Químicos e Biológicos*. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235 p.
- SNIFFEN, C.J. et al. A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: 11. Carbohydrate and Protein Availability. *J. of Anim. Sci.*, v. 70, n. 11, p.3562-3577, 1992.

PACHECO, M. T. et al. Ensaio brasileiro de cultivares de aveia branca conduzido na UFRGS, Eldorado do Sul, no ano de 2012. In: XXXIII REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 33., 2013, Pelotas. *Anais...* .Pelotas: UFPel, 2013. p. 1 - 3.

POSSENTI, J.C. et al. Distribuição da precipitação pluvial em Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. In: ANAIS DO I SEMINÁRIO SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS DOIS VIZINHOS 3 A 5 DE OUTUBRO DE 2007, 1., 2007, Dois Vizinhos. *Anais...* .Dois Vizinhos: Mastergraf Gráfica e Editora Ltda, 2007. v. 1, p. 140 - 142.

PRIMAVESI, A. *Agricultura em regiões tropicais: Manejo ecológico do solo*. São Paulo: Nobel, 2002. 543 p.

PROSPERO, A.O. Variação estacional da composição química-bromatológica, do teor de macronutrientes minerais e da digestibilidade "in vitro" do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) variedade napier. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, Piracicaba, v. 29, p.81-93, 1972.

REIS, C.C. et al. Comparação entre técnicas para determinação de açúcares solúveis em alimentos utilizados na nutrição de ruminantes. *Sem.: Ciênc. Agrárias*, v. 36, n. 1, p.401-408, 2015.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 687 p.

TAHIR, G.M. et al. Effect of Different Irrigation Levels on Yield and Forage Quality of Oat (*Avena Sativa*). *Appl. Sci. Rep.*, v. 1, n. 7, p.42-46, 2014.

TARDIEU, F. et al. Water deficit and growth. Co-ordinating processes without an orchestrator? *Current Op. In Plant Biol.*, v. 14, n. 3, p.283-289, 2011.

TRAGNAGO, J. L. et al. Ensaio Brasileiro de Cultivares Recomendadas de Aveia Branca, 2011. In: XVII SEMINÁRIO INSTITUCIONAL DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 17., 2012, Cruz Alta. *Anais...* .Cruz Alta: Unicruz, 2012. p. 1 - 4.

TREVISAN, S.A.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Estabelecimento e crescimento inicial de cultivares de aveia para pastejo. *Unoesc & Ciência – ACET*, v. 3, n. 1, p.23-30, 2012.

UNDERSANDER, D. J.; COLE, N. A.; NAYLOR, C. H. Digestibility and rate of passage by lambs of water-stressed alfafa. *J. Anim. Sci.*, v. 64, n. 1, p.1813-1820, 1987.

VAN SOEST, P. J. et al. Development of a Comprehensive System of Feed Analyses and its Application to Forages. *J. of Anim. Sci.*, v. 26, n. 1, p.119-128, 1967.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca: Cosmtock Publishing Associates, 1994. 476 p.

VELÁSQUEZ, P.A.T. *Composição química, digestibilidade e produção de gases “in vitro” de três espécies forrageiras tropicais*. 2006. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Unesp, Jaboticabal, 2006.

WAIRICH, A. Estimativa do filocrono em genótipos de aveia hexaplóide sob elevadas temperaturas. In: XXXV REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 35., 2015, Porto Alegre. *Anais...* . Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. p. 1 - 4.

WILSON, J.R.; TAYLOR, A.O.; DOLBY, G.R. Temperature and atmospheric humidity effects on cell wall content and dry matter digestibility of some tropical and temperate grasses. *New Zeland J. of Agric. Research*, v. 19, p.41-46, 1976.

9. CONCLUSÃO

Não foram observados efeitos das diferentes doses de nitrogênio sobre a cultivar URS Guapa em ambos os anos de cultivo. Os efeitos dos fatores ambientais observados nos dois períodos experimentais, especialmente em 2014, afetaram a composição química e, por conseguinte, influenciaram os parâmetros da cinética de degradação ruminal.

O atraso na semeadura, somado as condições climáticas, contribuíram para a redução do ciclo produtivo da cultivar em 2014 e elevaram os teores de Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (FDN), Lignina e Carboidratos Totais (CT) o que determinou o maior volume máximo de gás produzido pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de digestão lenta (Vf_2) e a maior latência (L). Em 2013, a maior qualidade nutricional da forrageira, evidenciada pelos valores superiores de Proteína Bruta (PB), Carboidratos Solúveis (CHOs) e Carboidratos Não Fibrosos (CNF) foram atribuídos aos elevados volumes de chuva no início do ciclo vegetativo, influenciando o aumento do volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão (Vf_1). Neste período, a menor concentração de FDN e lignina proporcionaram valores superiores para a taxa específica de produção de gás pela degradação da fração insolúvel potencialmente degradável de digestão lenta (k_2),

REFERÊNCIAS

- AKIN, D E. et al. Influence of delignifying agentes on tissue structure in bermudagrass stems. **Food Structure**, v. 6, n. 1, p.103-113, jan. 1987.
- BACCHI, O.O.S. et al. Balanço hídrico em cultura de aveia forrageira de inverno na região de São Carlos – SP. **Scientia Agricola**, v. 53, n. 1, p.1-11, abr. 1996.
- BARNABÁS, Beáta; JÄGER, Katalin; FEHÉR, Attila. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. **Plant, Cell & Environment**, v. 31, n. 1, p.11-38, jan. 2008.
- BERCHIELLI, Telma Teresinha; GARCÍA, Antonio de Vega; OLIVEIRA, Simone Gisele de. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudos de nutrição. In: BERCHIELLI, Telma Teresinha; PIRES, Alexandre Vaz; OLIVEIRA, Simone Gisele de (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2011. Cap. 14. p. 415-436.
- BITA, Craita E.; GERATS, Tom. Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, n. 273, p.1-18, jul. 2013.
- BLÜMMEL, M.; KARSLI, A.; RUSSELL, J. R.. Influence of diet on growth yields of rumen micro-organisms in vitro and in vivo: influence on growth yield of variable carbon fluxes to fermentation products. **British Journal of Nutrition**, v. 90, n. 3, p. 625-634. set 2003.
- BLÜMMEL, Michael; MAKKAR, Harinder P. S.; BECKER, K.. In vitro gas production: A technique revisited. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 77, n. 1-5, p. 24-34. jan. 1997.
- BOLAN, N.S.; KEMP, P.D.. A review of factors affecting and prevention of pasture-induced nitrate toxicity in grazing animals. **Proceedings of The New Zealand Grassland Association**, v. 65, n. 3, p.171-178, 2003.
- BORTOLINI, Patrícia Cambrussi. **Duração do pastejo na produção de forragem e de grãos em cereais de inverno no sul do Paraná**. 2004. 90 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- BROWN, R. H.. A difference in N use efficiency in C3 and C4 plants and its implications in adaptation and evolution. **Crop Science**, v. 18, n. 1, p.93-98, 1977.

CALABRÓ, S. et al. Rumen activity evaluated with the in vitro gas production technique. In: JENKINS, Owen (Ed.). **Advances in Zoology Research**. 3. ed. Nova York: Nova Science Publishers, 2012. Cap. 4. p. 101-130.

CANTOS, Alexandra Alves et al. Avaliação de testes de vigor em sementes de Aveia branca (*Avena sativa* L.) 1. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 18, n. 2, p.1-11, 2011.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. G. V.. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 28, p.13-28, 2008.

CASTRO, Gustavo Spadotti Amaral; COSTA, Claudio Hideo Martins da; FERRARI NETO, Jayme. Ecofisiologia da aveia branca. **Scientia Agraria Paranaensis**, Botucatu, v. 11, n. 3, p.1-15, ago. 2012.

CONE, John W.; VAN GELDER, Anthonie H.. Influence of protein fermentation on gas production profiles. **Animal Feed Science and Technology**, v. 76, n. 3-4, p.251-264, jan. 1999.

ELMENOBY, E. K. et al. Improving the nutritive value of ensiled green rice straw 2- In vitro gas production. **Nature and Science**, v. 12, n. 10, p.86-91, mar. 2012.

EL-WAZIRY, A.M.; NASSER, M.E.A.; SALLAM, S.M.A.. Processing Methods of Soybean Meal: 1-Effect of Roasting and Tannic Acid Treated-soybean Meal on Gas Production and Rumen Fermentation *In Vitro*. **Journal of Applied Sciences Research**, v. 3, n. 1, p.313-320, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Mapa de solos do Estado do Paraná**, 2007. Rio de Janeiro, 2007. 75 p.

FARIAS, L.N. et al. Dinâmica da fermentação ruminal de coprodutos do babaçu por meio da técnica in vitro semiautomática de produção de gases. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 5, p.1275-1283, maio 2012.

FEDERIZZI, Luiz Carlos; MUNDSTOCK, Claudio Mario. FODDER OATS: AN OVERVIEW FOR SOUTH AMERICA. In: SUTTIE, J.m.; REYNOLDS, S.g. (Ed.). **Fodder Oats: a world overview**. 33. ed. Roma: Food And Agriculture Organization of The United Nations, 2004. Cap. 4.

FONTANELI, Renato Serena et al. Gramíneas forrageiras anuais de inverno. In: FONTANELI, Renato Serena; SANTOS, Henrique Pereira dos; FONTANELI, Roberto Serena (Ed.).

Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira. 2. ed. Brasília: Embrapa Trigo, 2012. Cap. 4. p. 127-172.

GETACHEW, Girma; DePETERS, Edward J.; ROBINSON, Peter H.. *In vitro* gas production provides effective method for assessing ruminant feeds. **California Agriculture**, v. 58, n. 1, p.54-58, mar. 2004.

GODOY, Rodolfo; RODRIGUES, Armando de Andrade; PRIMAVESI, Ana Cândida. Aveia na alimentação animal. In: SEMANA DO ESTUDANTE, 18., 2007, São Carlos. **Anais...** . São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. p. 1 - 44.

GONZALEZ-DUGO, V. et al. Restricted root-to-shoot translocation and decreased sink size are responsible for limited nitrogen uptake in three grass species under water deficit. **Environmental and Experimental Botany**, v. 75, n. 1, p.258-267, jan. 2012.

GOWIK, Udo; WESTHOFF, Peter. The Path from C₃ to C₄ Photosynthesis. **Plant Physiology**, v. 155, n. 1, p.56-63, jan. 2011.

HALL, M. B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 12, p. 3326-3332. dez. 2003.

HUNGATE, R. E. **The rumen and its microbes**. Nova York: Academic Press, 1966. 533 p.

JOHNSON, Ladon J.; DINUSSON, William E.; ERICKSON, Duane O.. Nitrogen in Animal Production. **Farm Research**, v. 37, n. 3, p.30-36, dez. 1979.

JUNG, H. G.; ALLEN, M. S.. Characteristics of Plant Cell Walls Affecting Intake and Digestibility of Forages by Ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p.2774-2790, set. 1995.

KAMALAK, A. et al. Comparison of *in vitro* gas production technique with *in situ* nylon bag technique to estimate dry matter degradation. **Czech Journal of Animal Science**, v. 50, n. 2, p.60-67, 2005.

KERBAUY, Gilberto Barbante. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452 p.

KERING, Maru K.. Effect of Nitrogen Fertilizer Rate and Harvest Season on Forage Yield, Quality, and Macronutrient Concentrations in Midland Bermuda grass. **Communications In Soil Science and Plant Analysis**, v. 42, p.1958-1971, nov. 2011.

KERLEY, M. S.. Effects of lignification, cellulose cristallinity and enzyme accessible space on the digestibility plant cell wall carbohydrates by the ruminant. **Food Structure**, v. 7, n. 1, p.59-65, jan. 1988.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.. Eficiência no uso do nitrogênio por cultivares de aveia branca de acordo com a adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, p.1033-1038, jun. 2003.

KRISTENSEN, N. B.; HUNTINGTON, G. B.; HARMON, D. L.. Splanchnic carbohydrate and energy metabolism in growing ruminants. In: BURRIN, Douglas; MERSMANN, Harry. **Biology of Metabolism in Growing Animals**. Amsterdam: Elsevier, 2005. Cap. 17. p. 405-432. (3).

LEHMEN, R.I. et al. Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de cereais de inverno. **Ciência Rural**, v. 44, n. 7, p.1180-1185, 2014.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J.. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358. mar. 1996.

LIMA, Talma Jordana. **Produtos da fermentação *in vitro* de dietas com diferentes proporções de farelo de coco e níveis lipídicos**. 2014. 40 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2014.

LUCAS, Ronaldo Carlos. **Características nutricionais e fatores antinutricionais na fermentação ruminal *in vitro* de espécies arbóreo-arbustivas nativas e exóticas em área de Caatinga no Sertão de Pernambuco**. 2012. 88 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

LUCCI, Carlos de Souza. **Nutrição e manejo de bovinos leiteiros**. São Paulo: Manole Ltda, 1997. 169 p.

LUIZ, Vanessa. **Estudo dos parâmetros ecofisiológicos para avaliação da qualidade de sementes de Aveia branca (*Avena sativa* L.) produzidas na região Sul do Brasil**. 1999. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biologia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

LUPATINI, Gelci Carlos et al. Produção de bovinos de corte em pastagem de aveia preta e azevém submetida à adubação nitrogenada. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 2, p.164-171, 2013.

- MACHADO, Luís Armando Zago. **Aveia: Foragem e cobertura do solo**. 3. ed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. 16 p. Coleção Sistema Plantio Direto, 3.
- MAKKAR, H.P.S.. Applications of the *in vitro* gas method in the evaluation of feed resources, and enhancement of nutritional value of tannin-rich tree/browse leaves and agro-industrial by-products. In: PROCEEDINGS IAEA, 2000, Cairo. **Proceedings....** Austria: IAEA, 2002. p. 23 - 40.
- MARTELLO, Vicente Paulo et al. Doses de nitrogênio para maximização da produção do capim-elefante cv. Guaçu no período das secas. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 57, n. 2, p.151-161, fev. 2000.
- MASCLAUX-DAUBRESSE, Céline et al. Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. **Annals of Botany**, v. 105, n. 7, p.1141-1157, jul. 2010.
- MAURICIO, Rogerio M et al. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 79, n. 4, p.321-330, jun. 1999.
- MCALLISTER, T. A. et al. Microbial Attachment and Feed Digestion in the Rumen. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 11, p.3004-3018, nov. 1994.
- MERTENS, D. R. Rate and Extent of Digestion. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Ed.). **Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism**. 2. ed. Cambridge: Cabi Publishing, 2005. Cap. 2. p. 13-47.
- MILCHUNAS, Daniel G.; BAKER, Dan L.. *In Vitro* Digestion - Sources of Within-and Between-Trial Variability. **Journal of Range Management**, v. 35, n. 2, p. 199-203. mar. 1982.
- MITCHELL, P.; SHEEHY, J.. The case for C 4 rice. In: SHEEHY, J.e.; MITCHELL, P.I.; HARDY, B. (Ed.). **Charting new pathways to C4 rice**. Filipinas: International Rice Research Institute, 2007. Cap. 2. p. 27-36.
- MOLL, R. H.; KAMPRATH, E. J.; JACKSON, W. A.. Analysis and Interpretation of Factors Which Contribute to Efficiency of Nitrogen Utilization. **Agronomy Journal**, v. 74, n. 3, p.562-564, jun. 1982.
- MONTEIRO, José Eduardo et al (Org.). **Agrometeorologia dos Cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. 530 p.

MOORE, Kenneth J.; JUNG, Hans-joachim G.. Lignin and fiber digestion. **Journal of Range Management**, v. 54, n. 4, p.420-430, jul. 2001.

MUNIZ, Elaine Barbosa et al. 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, set. 2011.

NELSON, David L.; COX, Michael M.. **Lehninger Princípios de Bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 955 p.

NICACIO, Alessandra Corallo et al. **Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações**. Brasília: Embrapa Gado de Corte, 2015. 162 p.

OAKS, Ann. Efficiency of Nitrogen Utilization in C3 and C4 Cereals. **Plant Physiology**, v. 106, p.407-414, 1994.

PAULINO, Valdinei Tadeu; CARVALHO, Dora Duarte de. Pastagens de Inverno. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, São Paulo, v. 1, n. 5, p.1-6, jun. 2004.

SAGE, Rowan F.; PEARCY, Robert W.. The Nitrogen Use Efficiency of C3 and C4 Plants. **Plant Physiology**, v. 84, p.959-963, 1987.

PRIMAVESI, Ana. **Agricultura em regiões tropicais: Manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 2002. 543 p.

REIS, Ricardo Andrade; MORAIS, Jucileia A. da Silva; SIQUEIRA, Gustavo Resende. Aditivos alternativos para a alimentação de ruminantes. In: II CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2., 2006, São Paulo. **Anais...** . São Paulo, 2006. p. 1 - 40.

RESENDE, Kleber Tomás de; TEIXEIRA, Izabelle A. M. de Almeida; FERNANDES, Márcia Helena M. R.. Metabolismo da energia. In: BERCHIELLI, Telma Teresinha; PIRES, Alexandre Vaz; OLIVEIRA, Simone Gisele de (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2011. Cap. 11. p. 323-344.

RIVERA, Astrid Rivera et al. Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 3, p.617-624, mar. 2010.

- ROBINSON, P.H.; GETACHEW, G.. **A Practical Gas Production Technique to Determine the Nutritive Value of Forages: The UC Davis Approach**. 2002. Cooperative Extension University of California, Davis. Disponível em: <http://animalscience.ucdavis.edu/faculty/robinson/articles_folder/pdf/Web200206.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2016.
- RUSSEL, R. W; A GAHR, S. Glucose Availability and Associated Metabolism. In: D'MELLO, J P F (Ed.). **Farm Animal Metabolism and Nutrition**. Nova York: Cabi Publishing, 2000. Cap. 6. p. 121-147.
- RUSSELL, J. B. et al. A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: I. Ruminal Fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p.3551-3561, nov. 1992.
- RUSSELL, James B.. Strategies That Ruminal Bacteria Use to Handle Excess Carbohydrate. **American Society of Animal Science**, v. 76, n. 7, p.1955-1963, jul. 1988.
- RYMER, C. et al. *In vitro* cumulative gas production techniques: History, methodological considerations and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v. 123-124, n. 9, p.9-30, set. 2005.
- SANTOS, Kelly Cristina dos. **Avaliação de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido**. 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Ciência Animal e Pastagens, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2013.
- SCHOFIELD, P.. Gas Production Methods. In: D'MELLO, J.p.f. (Ed.). **Farm Animal Metabolism and Nutrition**. New York: Cabi Publishing, 2000. Cap. 10. p. 209-232.
- SNIFFEN, C. J. et al. A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: 11. Carbohydrate and Protein Availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p.3562-3577, nov. 1992.
- TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 687 p.
- TEDESCHI, Luis O.; FOX, Danny G.. Application of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System for tropical conditions. **Revista Corpoica**, v. 3, n. 2, p.1-10, jul. 2001.
- TEDESCHI, L. O.; SCHOFIELD, P.; PELL, A. N.. Determining feed quality for ruminants using *in vitro* gas production technique. 2. Evaluating different models to assess gas production

measurements. **4th Workshop on Modeling in Ruminant Nutrition: Application of the Gas Production Technique**, Juiz de Fora. EMBRAPA, 2008, 15 p..

THEODOROU, Michael K. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48, n. 3-4, p.185-197, ago. 1994.

TREVISAN, S.A.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Estabelecimento e crescimento inicial de cultivares de aveia para pastejo. **Unoesc & Ciência – ACET**, v. 3, n. 1, p.23-30, 2012.

UCHIDA, R. Essential Nutrients for Plant Growth: Nutrient Functions and Deficiency Symptoms. In: SILVA, J. A.; UCHIDA, R. (Ed.). **Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils: Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture**. Honolulu: College Of Tropical Agriculture And Human Resources, University Of Hawaii At Manoa, 2000. Cap. 3. p. 31-55.

VAN SOEST, Peter J.. Effect of environment and quality of fibre on the nutritive value of crop residues. In: PROCEEDINGS OF A WORKSHOP HELD AT ILCA, ADDIS ABABA, ETHIOPIA 7-10 DECEMBER 1987, 1., 1987, Addis Ababa. **Proceedings...** Addis Ababa, Ethiopia: ILCA, 1987. p. 71 - 96.

VAN SOEST, P. J.. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin. **Journal of the A.O.A.C.**, v. 46, n. 5, p.829-835, out. 1963.

VAN SOEST, P. J. et al. Development of a Comprehensive System of Feed Analyses and its Application to Forages. **Journal of Animal Science**, v. 26, n. 1, p.119-128, jan. 1967.

VAN SOEST, Peter J.. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cosmtock Publishing Associates, 1994. 476 p.

VIANA, Maria Celuta M. et al. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim- braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p.1497-1503, jul. 2011.

WALDOW, Daniel Arthur Gaklik. **Progresso genético do rendimento de grãos e caracteres agronômicos associados em aveia, no programa de melhoramento da UFRGS**. 2012. 212

f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

WEIMER, Paul J. Manipulating Ruminant Fermentation: A Microbial Ecological Perspective. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 12, p.3114-3122, jul. 1998.

ANEXOS

ANEXO A – Parecer da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) referente ao protocolo nº 2014-008, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Câmpus Dois Vizinhos
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA



PROJETO DE PESQUISA / AULA PRÁTICA

Título:	Composição química e cinética de degradação ruminal determinada pela produção de gás <i>in vitro</i> da Aveia branca (<i>Avenasativa</i> L.) cultivar URS Guapa sob diferentes níveis de adubação nitrogenada
Área Temática:	Zootecnia/Alimentação/Nutrição de Ruminantes
Pesquisador / Professor:	Douglas Sampaio Henrique
Instituição:	Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos
Financiamento:	não há
Versão:	01

PARECER CONSUBSTANCIADO DA CEUA	Protocolo nº 2015-013
Apresentação do Projeto:	
Os sistemas de produção estão evoluindo para maior eficiência técnica e econômica. A técnica de produção de gás <i>in vitro</i> para avaliação da cinética de degradação ruminal possibilita estimar a qualidade das forrageiras permitindo avanços na otimização dos sistemas de formulação de dietas para ruminantes sem a necessidade de números testes em animais vivos; podendo ser feito modelos <i>in vitro</i> através da utilização de líquido ruminal.	
Objetivo:	
Avaliação de alimentos para ruminantes	
Avaliação dos Riscos e Benefícios:	
Coleta de material ruminal é de baixa invasibilidade (dois animais com cirurgia já consolidada) dentro da legislação vigente uma vez que o processo cirúrgico foi objeto do protocolo de 2013-003 CEUA/UTFPR/DV e; a coleta encontra-se devidamente descrita no item apropriado do formulário. As atividades <i>in vitro</i> não ocorrem a utilização de animais apenas do líquido ruminal.	
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa / Aula Prática:	
O projeto apresentado encontra-se devidamente escrito e subsidiado da literatura corrente, traçando a importância econômica-científica e contextualiza o leitor do assunto apresentado. No que tange ao uso de animais verificamos nos ensinamentos de Cazarin, Corrêa, e Zambone, 2001 em seu artigo disponível no endereço	



<p>http://www.usp.br/bioterio/Artigos/Procedimentos%20experimentais/Alternativa%20toxicologia.pdf que são a redução, o refinamento e a substituição de animais em pesquisa, que devem nortear a condução de experimentos visando o bem estar animal. Nesta linha, Podemos observar no trabalho proposto, esses três requisitos atendidos. Utilizando de metodologia comprovada e de desenho experimental que minimize o uso de animas com benefícios que justificam o experimento.</p>
<p>Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: O proponente apresentou os documentos de forma satisfatória em consonância com o regulamento do CEUA/UTFPR/DV. Em 13 de agosto foi realizada diligencia aos arquivos do CEUA para verificação do parecer 2014-003, o qual realmente se trata da descrição realizada pelo coordenador do projeto portanto, suprindo todas as documentações necessárias ao andamento do pedido.</p>
<p>Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: Não foram encontradas inconsistência no pedido protocolado.</p>
<p>Situação do Parecer: APROVADO</p>
<p>Considerações Finais a Critério da CEUA: Não há.</p>

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "Composição química e cinética de degradação ruminal determinada pela produção de gás *in vitro* da Aveia branca (*Avena sativa* L.) cultivar URS Guapa sob diferentes níveis de adubação nitrogenada ", protocolo nº 2015/013, sob a responsabilidade de Douglas Sampaio Henrique- que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovado** pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA-UTFPR) da UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, em reunião de **13/08/2015**.

Vigência do projeto:	21/08/2015 a 21/08/2016.
Espécie/linhagem:	Bovina / Holandesa
Número de animais:	Dois
Peso/Idade:	450 quilos / 36 meses.
Sexo:	Macho.



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Câmpus Dois Vizinhos
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA



Origem:	UTFPR/Bovinocultura
---------	---------------------

Dois Vizinhos, 21 de agosto de 2015.

Assinado por:

Luis Fernando Glasenapp de Menezes

Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

ANEXO B – Normas para elaboração de trabalhos científicos para submissão ao periódico Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

(Brazilian Journal of Veterinary and Animal Sciences)

Política Editorial

O periódico **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** (Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science), ISSN 0102-0935 (impresso) e 1678-4162 (on-line), é editado pela FEPMVZ Editora, CNPJ: 16.629.388/0001-24, e destina-se à publicação de artigos científicos sobre temas de medicina veterinária, zootecnia, tecnologia e inspeção de produtos de origem animal, aquacultura e áreas afins.

Os artigos encaminhados para publicação são submetidos à aprovação do Corpo Editorial, com assessoria de especialistas da área (relatores). Os artigos cujos textos necessitem de revisões ou correções serão devolvidos aos autores. Os aceitos para publicação tornam-se propriedade do **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (ABMVZ)** citado como **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** Os autores são responsáveis pelos conceitos e informações neles contidos. São imprescindíveis originalidade, ineditismo e destinação exclusiva ao **ABMVZ**.

Reprodução de artigos publicados

A reprodução de qualquer artigo publicado é permitida desde que seja corretamente referenciado. Não é permitido o uso comercial dos resultados.

A submissão e tramitação dos artigos é feita exclusivamente on-line, no endereço eletrônico <<http://mc04.manuscriptcentral.com/abmvz-scielo>>.

Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis no endereço www.scielo.br/abmvz.

Orientações Gerais

- Toda a tramitação dos artigos é feita exclusivamente pelo Sistema de publicação online do Scielo – ScholarOne, no endereço <http://mc04.manuscriptcentral.com/abmvz-scielo> sendo necessário o cadastramento no mesmo.
- Leia "PASSO A PASSO – SISTEMA DE SUBMISSÃO DE ARTIGOS POR INTERMÉDIO DO SCHOLARONE"
- Toda a comunicação entre os diversos autores do processo de avaliação e de publicação (autores, revisores e editores) será feita apenas de forma eletrônica pelo Sistema, sendo que o autor responsável pelo artigo será informado automaticamente por e-mail sobre qualquer mudança de status do mesmo.
- Fotografias, desenhos e gravuras devem ser inseridos no texto e quando solicitados pela equipe de editoração também devem ser enviados, em separado, em arquivo com extensão JPG, em alta qualidade (mínimo 300dpi), zipado, inserido em “Figure or Image” (Step 6).
- É de exclusiva responsabilidade de quem submete o artigo certificar-se de que cada um dos autores tenha conhecimento e concorde com a inclusão de seu nome no texto submetido.

O **ABMVZ** comunicará a cada um dos inscritos, por meio de correspondência eletrônica, a participação no artigo. Caso um dos produtores do texto não concorde em participar como autor, o artigo será considerado como desistência de um dos autores e sua tramitação encerrada.

Comitê de Ética

É indispensável anexar cópia, em arquivo PDF, do Certificado de Aprovação do Projeto da pesquisa que originou o artigo, expedido pelo CEUA (Comitê de Ética no Uso de Animais) de sua Instituição, em atendimento à Lei 11794/2008. O documento deve ser anexado em “Ethics Conmittee” (Step 6). Esclarecemos que o número do Certificado de Aprovação do Projeto deve ser mencionado no campo Material e Métodos.

Tipos de artigos aceitos para publicação

Artigo científico

É o relato completo de um trabalho experimental. Baseia-se na premissa de que os resultados são posteriores ao planejamento da pesquisa.

Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title Page" – Step 6), Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (quando houver) e Referências.

O número de páginas não deve exceder a 15, incluindo tabelas, figuras e Referências.

O número de Referências não deve exceder a 30.

Relato de caso

Contempla principalmente as áreas médicas em que o resultado é anterior ao interesse de sua divulgação ou a ocorrência dos resultados não é planejada.

Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title Page" - Step 6), Resumo, Abstract, Introdução, Casuística, Discussão e Conclusões (quando pertinentes), Agradecimentos (quando houver) e Referências.

O número de páginas não deve exceder a dez, incluindo tabelas e figuras.

O número de Referências não deve exceder a 12.

Comunicação

É o relato sucinto de resultados parciais de um trabalho experimental digno de publicação, embora insuficiente ou inconsistente para constituir um artigo científico.

Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title Page" - Step 6). Deve ser compacto, sem distinção das seções do texto especificadas para "Artigo científico", embora seguindo àquela ordem. Quando a Comunicação for redigida em português deve conter um "Abstract" e quando redigida em inglês deve conter um "Resumo".

O número de páginas não deve exceder a oito, incluindo tabelas e figuras.

O número de Referências não deve exceder a 12.

Preparação dos textos para publicação

Os artigos devem ser redigidos em português ou inglês, na forma impessoal.

Formatação do texto

- O texto **NÃO** deve conter subitens em nenhuma das seções do artigo, deve ser apresentado em arquivo Microsoft Word e anexado como “Main Document” (Step 6), no formato A4, com margem de 3cm (superior, inferior, direita e esquerda), na fonte Times New Roman, no tamanho 12 e no espaçamento de entrelinhas 1,5, em todas as páginas e seções do artigo (do título às referências), **com linhas numeradas**.
- Não usar rodapé. Referências a empresas e produtos, por exemplo, devem vir, obrigatoriamente, entre parêntesis no corpo do texto na seguinte ordem: nome do produto, substância, empresa e país.

Seções de um artigo

Título: Em português e em inglês. Deve contemplar a essência do artigo e não ultrapassar 50 palavras.

Autores e Filiação: Os nomes dos autores são colocados abaixo do título, com identificação da instituição a qual pertencem. O autor e o seu e-mail para correspondência devem ser indicados com asterisco somente no “Title Page” (Step 6), em arquivo Word.

Resumo e Abstract: Deve ser o mesmo apresentado no cadastro contendo até 200 palavras em um só parágrafo. Não repetir o título e não acrescentar revisão de literatura. Incluir os principais resultados numéricos, citando-os sem explicá-los, quando for o caso. Cada frase deve conter uma informação completa.

Palavras-chave e Keywords: No máximo cinco e no mínimo duas*.
* na submissão usar somente o Keyword (Step 2) e no corpo do artigo constar tanto keyword (inglês) quanto palavra-chave (português), independente do idioma em que o artigo for submetido.

Introdução: Explicação concisa na qual os problemas serão estabelecidos, bem como a pertinência, a relevância e os objetivos do trabalho. Deve conter poucas referências, o suficiente para balizá-la.

Material e Métodos: Citar o desenho experimental, o material envolvido, a descrição dos métodos usados ou referenciar corretamente os métodos já publicados. Nos trabalhos que

envolvam animais e/ou organismos geneticamente modificados **deverão constar obrigatoriamente o número do Certificado de Aprovação do CEUA**. (verificar o Item Comitê de Ética).

Resultados: Apresentar clara e objetivamente os resultados encontrados.

Tabela. Conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Usar linhas horizontais na separação dos cabeçalhos e no final da tabela. O título da tabela recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Tabela 1.). No texto, a tabela deve ser referida como Tab seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Tab. 1), mesmo quando referir-se a várias tabelas (ex.: Tab. 1, 2 e 3). Pode ser apresentada em espaçamento simples e fonte de tamanho menor que 12 (o menor tamanho aceito é oito). A legenda da Tabela deve conter apenas o indispensável para o seu entendimento. As tabelas devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação.

Figura. Compreende qualquer ilustração que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema etc. A legenda recebe inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Figura 1.) e é citada no texto como Fig seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Fig.1), mesmo se citar mais de uma figura (ex.: Fig. 1, 2 e 3). Além de inseridas no corpo do texto, fotografias e desenhos devem também ser enviados no formato JPG com alta qualidade, em um arquivo zipado, anexado no campo próprio de submissão, na tela de registro do artigo. As figuras devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação.

Nota: Toda tabela e/ou figura que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda, informação sobre a fonte (autor, autorização de uso, data) e a correspondente referência deve figurar nas Referências.

Discussão: Discutir somente os resultados obtidos no trabalho. (Obs.: As seções Resultados e Discussão poderão ser apresentadas em conjunto a juízo do autor, sem prejudicar qualquer uma das partes).

Conclusões: As conclusões devem apoiar-se nos resultados da pesquisa executada e serem apresentadas de forma objetiva, **SEM** revisão de literatura, discussão, repetição de resultados e especulações.

Agradecimentos: Não obrigatório. Devem ser concisamente expressados.

Referências: As referências devem ser relacionadas em ordem alfabética, dando-se preferência a artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, indexadas. Livros e teses devem ser referenciados o mínimo possível, portanto, somente quando indispensáveis. São adotadas as normas gerais da ABNT, **adaptadas** para o ABMVZ, conforme exemplos:

Como referenciar:

1. Citações no texto

A indicação da fonte entre parênteses sucede à citação para evitar interrupção na sequência do texto, conforme exemplos:

- Autoria única: (Silva, 1971) ou Silva (1971); (Anuário..., 1987/88) ou Anuário... (1987/88);
- Dois autores: (Lopes e Moreno, 1974) ou Lopes e Moreno (1974);
- Mais de dois autores: (Ferguson *et al.*, 1979) ou Ferguson *et al.* (1979);
- Mais de um artigo citado: Dunne (1967); Silva (1971); Ferguson *et al.* (1979) ou (Dunne, 1967; Silva, 1971; Ferguson *et al.*, 1979), sempre em ordem cronológica ascendente e alfabética de autores para artigos do mesmo ano.

Citação de citação. Todo esforço deve ser empreendido para se consultar o documento original. Em situações excepcionais pode-se reproduzir a informação já citada por outros autores. No texto, citar o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano de publicação, seguido da expressão **citado por** e o sobrenome do autor e ano do documento consultado. Nas Referências deve-se incluir apenas a fonte consultada.

Comunicação pessoal. Não faz parte das Referências. Na citação coloca-se o sobrenome do autor, a data da comunicação, nome da Instituição à qual o autor é vinculado.

2. Periódicos (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores *et al.*):

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. v.48, p.351, 1987-88.

FERGUSON, J.A.; REEVES, W.C.; HARDY, J.L. Studies on immunity to alphaviruses in foals. *Am. J. Vet. Res.*, v.40, p.5-10, 1979.

HOLENWEGER, J.A.; TAGLE, R.; WASERMAN, A. et al. Anestesia general del canino. *Not. Med. Vet.*, n.1, p.13-20, 1984.

3. Publicação avulsa (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores *et al.*):

DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. 981p.

LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.] 1974. p.97. (Resumo).

MORRIL, C.C. Infecciones por clostridios. In: DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. p.400-415.

NUTRIENT requirements of swine. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1968. 69p.

SOUZA, C.F.A. *Produtividade, qualidade e rendimentos de carcaça e de carne em bovinos de corte*. 1999. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

4. Documentos eletrônicos (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores *et al.*):

QUALITY food from animals for a global market. Washington: Association of American Veterinary Medical College, 1995. Disponível em: <<http://www.org/critca16.htm>>. Acessado em: 27 abr. 2000.

JONHNSON, T. Indigenous people are now more combative, organized. Miami Herald, 1994. Disponível em: <<http://www.summit.fiu.edu/MiamiHerld-Summit-RelatedArticles/>>. Acessado em: 5 dez. 1994.

Taxas de submissão e de publicação

- **Taxa de submissão:** A taxa de submissão de R\$50,00 deverá ser paga por meio de boleto bancário emitido pelo sistema eletrônico do Conveniar <http://conveniar.fepmvz.com.br/eventos/#servicos> (necessário preencher cadastro). Somente

artigos com taxa paga de submissão serão avaliados. Caso a taxa não seja quitada em até 30 dias será considerado como desistência do autor.

- **Taxa de publicação:** A taxa de publicação de R\$150,00 por página, por ocasião da prova final do artigo. A taxa de publicação deverá ser paga por meio de depósito bancário, cujos dados serão fornecidos na aprovação do artigo.

OBS.: Quando os dados para a nota fiscal forem diferentes dos dados do autor de contato deve ser enviado um e-mail para abmvz.artigo@abmvz.org.br comunicando tal necessidade.

SOMENTE PARA ARTIGOS INTERNACIONAIS

- **Submission and Publication fee.** The publication fee is of US\$100,00 (one hundred dollars) per page, and US\$50,00 (fifty dollars) for manuscript submission and will be billed to the corresponding author at the final proof of the article. The publication fee must be paid through a bank slip issued by the electronic article submission system. When requesting the bank slip the author will inform the data to be intle invoice issuance.

Recursos e diligências

- No caso de o autor encaminhar resposta às diligências solicitadas pelo ABMVZ ou documento de recurso o mesmo deverá ser anexado em arquivo Word, no item “Justification” (Step 6), e também enviado por e-mail, aos cuidados do Comitê Editorial, para abmvz.artigo@abmvz.org.br.
- No caso de artigo não aceito, se o autor julgar pertinente encaminhar recurso o mesmo deve ser feito pelo e-mail abmvz.artigo@abmvz.org.br.