

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

JULIANA REOLON PEREIRA

**CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DO AZEVÉM SOB DOSES DE
NITROGÊNIO E DESEMPENHO DE CORDEIROS TERMINADOS EM
SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA**

TESE DE DOUTORADO

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2019

JULIANA REOLON PEREIRA

**CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DO AZEVÉM SOB DOSES DE
NITROGÊNIO E DESEMPENHO DE CORDEIROS TERMINADOS EM
SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA**

“Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Zootecnia – Área de concentração: Forragicultura/Nutrição animal.

Orientação: Prof. Dr. Marcela Abbado Neres
Co-orientação: Prof. Dr. Laercio Ricardo Sartor

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2019

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Pereira , Juliana Reolon
Características nutricionais do azevém sob doses de nitrogênio e desempenho de cordeiros terminados em sistema integração lavoura pecuária / Juliana Reolon Pereira ; orientador(a), Marcela Abbado Neres ; coorientador(a), Laércio Ricardo Sartor, 2019.
74 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2019.

1. Ovinos. 2. Pastagem. 3. Integração Lavoura Pecuária .
I. Neres , Marcela Abbado. II. Sartor, Laércio Ricardo.
III. Título.

JULIANA REOLON PEREIRA

Características nutricionais do azevém sob doses de nitrogênio e desempenho de cordeiros terminados em sistema integração lavoura-pecuária

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de "Doutora em Zootecnia", Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", Linha de Pesquisa "Produção e Nutrição de Ruminantes/Forrageicultura", APROVADA pela seguinte Banca Examinadora:



Orientadora – Prof.^a Dr.^a Marcela Abbado Neres

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) – *Campus* de Mal. Cândido Rondon



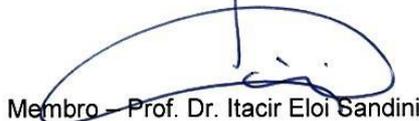
Membro – Prof. Dr. Eduardo Eustáquio Mesquita

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) – *Campus* de Mal. Cândido Rondon



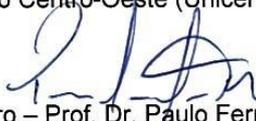
Membro – Prof. Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) – *Campus* de Mal. Cândido Rondon



Membro – Prof. Dr. Itacir Eloi Sandini

Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro) – *Campus* de Guarapuava



Membro – Prof. Dr. Paulo Fernando Adami

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – *Campus* Dois Vizinhos

Marechal Cândido Rondon, 14 de março de 2019.

...Ofereço
Aos meus pais, Heitor José Reolon e Juraci Reolon, sem vocês eu não existiria meu amor é maior que o mundo.
... Dedico a Flamarion Dresch Pereira, esposo, companheiro e amigo com a sua ajuda fundamental, tornou possível a realização deste trabalho.

**... Dedico este trabalho a meu professor, colega e amigo Douglas Sampaio
Henrique "in memoriam" ...
"Se seus dias de luta terminaram, seus dias de glória chegaram. Agora, o céu azul
é todo seu..."**

*“Aquele que habita no abrigo do Altíssimo e descansa à sombra do Todo-poderoso
pode dizer ao Senhor: Tu és o meu refúgio e a minha fortaleza, o meu Deus, em quem
confio.*

Ele o livrará do laço do caçador e do veneno mortal.

*Ele o cobrirá com as suas penas, e sob as suas asas você encontrará refúgio; a
fidelidade dele será o seu escudo protetor.*

*Você não temerá o pavor da noite, nem a flecha que voa de dia,
nem a peste que se move sorrateira nas trevas, nem a praga que devasta ao meio-dia.*

Mil poderão cair ao seu lado, dez mil à sua direita, mas nada o atingirá.

Você simplesmente olhará, e verá o castigo dos ímpios.

Se você fizer do Altíssimo o seu refúgio,

nenhum mal o atingirá, desgraça alguma chegará à sua tenda.

*Porque a seus anjos ele dará ordens a seu respeito, para que o protejam em todos os
seus caminhos;*

com as mãos eles o segurarão, para que você não tropece em alguma pedra.

Você pisará o leão e a cobra; pisoteará o leão forte e a serpente.

Porque ele me ama, eu o resgatarei; eu o protegerei, pois conhece o meu nome.

*Ele clamará a mim, e eu lhe darei resposta, e na adversidade estarei com ele; vou livrá-
lo e cobri-lo de honra.*

Vida longa eu lhe darei, e lhe mostrarei a minha salvação. ”

Salmos 91:1-16

AGRADECIMENTOS

A **Deus...** Pelo dom da vida, por me dar a felicidade de conhecê-lo através do caminho do amor e não o da dor. Por estar caminhando comigo todos os dias, e por estar vivo em meu coração.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Zootecnia** da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela oportunidade para a presente formação.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná – **Fundação Araucária e Capes** pela concessão da bolsa de doutorado, chamada pública nº20/2015, protocolo nº45936.

À professora orientadora **Dra. Marcela Abbado Neres**, pela total confiança em meu trabalho, pela orientação, pela paciência e por acreditar em mim e na minha capacidade de realizar este trabalho em outra região.

Ao professor Coorientador e meu amigo, **Dr. Laércio Ricardo Sartor**, sua participação nesta pesquisa foi fundamental, obrigada pelo apoio em todos os momentos, obrigada pela confiança.

Ao professor **Dr. Itacir Eloi Santini**, que acreditou no meu trabalho e depositou total confiança para dar sequência ao estudo de Integração Lavoura Pecuária da Unicentro, obrigada pelo apoio e pela ajuda.

Agradecimentos especiais para a **UNICENTRO (Universidade Estadual do Centro oeste do Paraná)** por ter aberto suas portas para mim, como pesquisadora, e me dado a oportunidade de realizar meu experimento nesta instituição.

Ao **Laboratório de Análise de alimentos da UTFPR**, e à professora **Dr. Magali Floriano Peixoto**, por ter aberto as portas do laboratório para realização de todas as minhas análises bromatológicas.

Aos colegas e professores **Dr. Ana Carolia Fluck** e **Dr. Olmar Costa**, pelo incentivo e toda ajuda prestada nas análises bromatológicas e estatística, vocês foram fundamentais.

A todas as pessoas da minha família por todo o incentivo, apoio e torcida...

A todos os amigos e colegas que me ajudaram de qualquer forma durante o desenvolvimento deste trabalho, principalmente minhas colegas Sandra e Maíza pelo apoio e incentivo.

À **Universidade Estadual do Oeste do Paraná**, pela oportunidade de estudo e desenvolvimento desta tese.

Em especial ao professor, colega e grande amigo **Dr. Douglas Henrique Sampaio** (*in memoriam*) por toda ajuda e disposição durante minha pesquisa, todas as análises bromatológicas e estatísticas, e todas as ideias para compor esta tese, nada no mundo irá pagar a dedicação que teve pelo meu trabalho, Obrigado, Oss.

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DO AZEVÉM SOB DOSES DE NITROGÊNIO E DESEMPENHO DE CORDEIROS TERMINADOS EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

RESUMO

Com o objetivo de implantar novas tecnologias nos sistemas agrários, muitos produtores aderem aos sistemas integrados podendo produzir na mesma área carne, leite, lã e grãos. Para que o sistema tenha efeito positivo é ideal o manejo adequado do solo e da pastagem com adubação correta, controle da carga animal e rotação de culturas. O uso do nitrogênio na pastagem agrega valor qualitativo e tende a elevar o ganho de peso por área. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do nitrogênio dentro de um ciclo de pastejo no azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e sua influência na qualidade nutritiva e sobre o desempenho de cordeiros em terminação em sistema integração lavoura pecuária. O experimento foi desenvolvido na Unicentro (CEDETEG) em Guarapuava. A área experimental foi composta por azevém (cv. Jumbo HQ) recebendo adubação nitrogenada em cobertura aplicada de uma única vez nas doses 0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de N no inverno e utilizado para pastejo por cordeiros em terminação. O método de pastejo utilizado foi o contínuo com taxa de lotação variável. As variáveis nutricionais da pastagem foram obtidas após a coleta do material e posteriormente levada ao laboratório de bromatologia para determinação de MS, MM, MO, EE, PB, FDN, FDA, CT, fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados. Nos piquetes foram avaliados a produção de matéria seca da pastagem, eficiência da adubação nitrogenada e recuperação de nitrogênio. As medidas de desempenho foram obtidas através da pesagem e avaliado o desempenho por área controlando o número de animais e a carga animal. Para cada kg de N aplicado no pasto observou-se aumentos lineares de 8,94 kg ha⁻¹ de massa de forragem produzida. Os teores de PB também apresentaram incremento em relação às doses de N, com um acréscimo de 138% em relação à não aplicação de N. A oferta de forragem não apresentou diferença entre doses de nitrogênio. O ganho de peso médio dos animais não foi alterado conforme as doses de nitrogênio, porém o ganho de peso por área aumentou de 2,62 kg PV ha⁻¹, obtido na dose zero, para 13,09 kg PV ha⁻¹, na dose 225 kg ha⁻¹ de N, apresentando incremento de 191% da dose zero para a dose 225 kg ha⁻¹ de N. A adubação nitrogenada apresenta efeito positivo sobre a pastagem de azevém, elevando a qualidade do pasto e aumentando o ganho de peso por área.

Palavras-chave: carga animal, ganho de peso diário, ovinos, produção de massa de forragem, taxa de acúmulo.

CHARACTERISTICS NUTRITIONAL OF RYEGRASS NITROGEN FERTILIZATION UNDER AND PERFORMANCE OF LAMBS FINISHED IN SYSTEM INTEGRATING LIVESTOCK FARMING

ABSTRACT

With the objective of implanting new technologies in the agricultural systems many producers adhere to the integrated systems being able to produce in the same area meat, milk, wool and grains. In order for the system to have a positive effect, adequate soil and pasture management with correct fertilization, animal load control and crop rotation are ideal. The use of nitrogen in the pasture adds qualitative value and tends to increase the weight gain per area. The objective of the present work was to evaluate the effect of nitrogen in a grazing cycle on ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) And its influence on the nutritional quality and on the performance of lambs at the end of the crop integration system. The experiment was developed at Unicentro (CEDETEG) in Guarapuava. The experimental area was composed of ryegrass (Jumbo HQ), receiving nitrogen fertilization applied in coverage in a single time at doses 0, 75, 150 and 225 kg ha⁻¹ of N in winter and used for grazing by finishing lambs. The continuous grazing method was used with a variable stocking rate. The nutritional variables of the pasture were obtained after the collection of the material and later it was taken to the laboratory of bromatology for determination of DM, MM, OM, EE, CP, NDF, ADF, TC, fractionation of carbohydrates and nitrogen compounds. The pasture dry matter production, nitrogen fertilization efficiency and nitrogen recovery were evaluated in the pickets. The performance measures were obtained through weighing and evaluated the performance by area controlling the number of animals and the animal load. For each kg of N applied in the pasture, linear increases of 8.94 kg ha⁻¹ of forage mass produced were observed. The CP levels also showed an increase in relation to the N rates, which presented a 138% increase in relation to the non application of N. The forage supply did not present a difference between nitrogen doses. The average weight gain of the animals did not change according to the nitrogen doses, but the weight gain per area increased from 2.62 kg LW ha⁻¹ obtained at dose 0 to 13.09 kg LW ha⁻¹ at the dose 225 kg ha⁻¹ of N, presenting an increase of 191% from the zero dose for the dose 225 kg ha⁻¹ of N. The nitrogen fertilization has a positive effect on the ryegrass pasture raising the pasture quality and increasing the weight gain per area.

Key words: animal load, daily weight gain, sheep, forage mass production, accumulation rate.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
2. Revisão Bibliográfica	12
2.1 Modelo Conceitual	12
2.2 Integração Lavoura Pecuária X Histórico da área	16
2.3 Produção de Cordeiros em Pastejo	19
2.4 A Cultura do Azevém	20
2.5 Adubação Nitrogenada	23
2.6 Composição Bromatológica das Forragens	25
2.7 Digestibilidade e rotas metabólicas dos alimentos em ruminantes.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CAPITULO I	36
Doses de nitrogênio sobre a produção do azevém (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) e desempenho de cordeiros terminados em sistema integrado	36
RESUMO	36
1. INTRODUÇÃO	38
2. MATERIAL E MÉTODOS	39
2.1 Caracterização da área experimental	39
2.2 Tratamentos e delineamento experimental	40
2.4 Análise das variáveis	42
2.4.1 Avaliação Animal.....	42
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
CAPÍTULO II	56
Composição bromatológica e fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados do azevém recebendo crescentes doses de nitrogênio sob pastejo de cordeiros	56
RESUMO	56
1. INTRODUÇÃO	58
2. MATERIAL E MÉTODOS	60
2.1 Caracterização da área experimental	60

2.2	Tratamentos e delineamento experimental	60
2.4	Determinação das variáveis	62
2.5	Análise estatística	63
3.	RESULTADO E DISCUSSÃO	64
	CONCLUSÃO	72

1. INTRODUÇÃO GERAL

A região do centro sul do Paraná apresenta baixa oferta de forragem nas estações de outono e inverno, tendo como alternativa a implantação de pastagens de inverno como aveia preta e azevém, possibilitando que os animais ganhem peso nesse período. As condições edafoclimáticas da região favorecem a implantação das pastagens de clima temperado.

Neste período geralmente cultiva-se uma forrageira para o pastejo de bovinos, ovinos ou caprinos, e essas forrageiras são características de regiões que apresentam um clima mais frio, o que fez aumentar o uso dos sistemas integrados. Todavia, grande parte das propriedades com a pecuária leiteira, ou mesmo de corte, cultiva o milho safrinha para produção de silagem. Nestas áreas se torna indispensável a utilização de pastagem para tornar o sistema economicamente viável, diminuindo a demanda de alimentos concentrados, o que tornaria o sistema integração lavoura pecuária (ILP) bem atrativo, partindo de um manejo adequado.

Nesse contexto, o Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) torna-se uma alternativa para minimizar os custos de produção mantendo os animais a pasto. Essa forrageira apresenta excelentes características nutricionais, altamente produtiva e se adapta bem em regiões frias, apresentando alta capacidade de rebrota e uma grande massa de forragem, além disso pode estar sendo utilizada para a produção de feno. As pastagens de inverno tendem a diminuir sua qualidade nutricional com o seu envelhecimento, devido ao aumento dos carboidratos fibrosos (lignina) em sua estrutura, diminuindo a digestibilidade da pastagem, causando um impacto negativo no desempenho animal.

Diante disso torna-se necessária a implantação de estratégias que melhorem o desenvolvimento e a qualidade da pastagem, minimizando os efeitos ocasionados pelo tempo e pelo clima, garantindo um alimento de qualidade para os animais. Uma possibilidade de melhorar a composição de uma pastagem é a aplicação de adubo nitrogenado.

Animais em pastejo acabam tendo uma quantidade de energia um pouco reduzida no consumo da forrageira, devido à falta de um concentrado ou um volumoso como a silagem para elevar esse teor de amido da dieta, porém as forrageiras possuem uma fonte de energia muito barata para ruminantes e apresentam em sua composição total cerca de 50 a 60% de carboidratos na MS, dentre eles os carboidratos fibrosos que acredita-se

estarem em maior quantidade dependendo do estado da planta, e os carboidratos não fibrosos presentes em uma quantidade mais reduzida nas forrageiras. Porém o destino desses carboidratos utilizados como fonte de energia vai depender do estado em que as bactérias do rúmen estão para degradar esse tipo de fibra. De acordo com a dieta fornecida aos animais, a flora bacteriana é alterada para degradar alimentos específicos que estão sendo fornecidos, por exemplo uma dieta rica em amido favorece as bactérias amilolíticas, uma dieta rica em fibra favorece bactérias fibrolíticas.

Outro ponto importante é a fonte de proteína da dieta. Animais em pastejo consomem uma quantidade de proteína muitas vezes menor do que a sua exigência, e com o auxílio da adubação nitrogenada esses teores tendem a aumentar e em alguns casos atender às exigências dos animais. O conhecimento da degradação da proteína alimentar é de fato importante em ruminantes, sabendo que o mesmo tem a capacidade de produzir sua própria proteína (proteína microbiana), a qual está diretamente ligada à fonte de N da dieta, tomando caminhos diferentes no rúmen. A necessidade em mensurar o teor de PB da dieta bem como seus compostos é indispensável para entender quais caminhos a captação do nitrogênio pela forrageira está seguindo dentro do rúmen.

O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar doses de nitrogênio sobre a pastagem de azevém e seus efeitos sobre sua qualidade e produção em sistema de integração lavoura pecuária e as consequências no desempenho animal.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Modelo Conceitual

Com o objetivo de compreender o sistema integração lavoura pecuária incluindo a produção de cordeiros dentro do sistema, elaborou-se um modelo conceitual desse sistema utilizando como forrageira o Azevém, como pastagem de inverno pastejada por cordeiros, e se propôs uma rotação de culturas de milho, soja ou feijão para lavoura no verão.

O modelo conceitual criado (Figura 1) demonstra a produção total do sistema aplicando a integração lavoura pecuária, tendo como resultado final a produção de grãos, carne/leite/lã, sob influência do manejo da pastagem e da fertilização nitrogenada do solo e seu efeito subsequente.

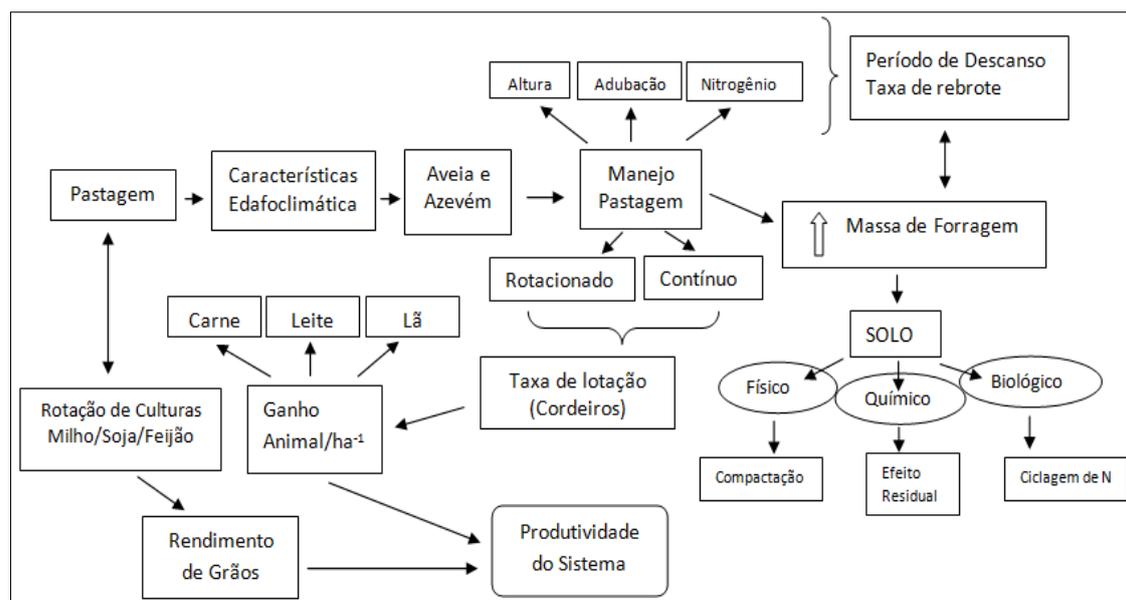


Figura 1. Representação esquemática do modelo conceitual sobre produção de cordeiros em sistema integração milho/soja/feijão - Cordeiros em sistema de plantio direto. Modelo que se aplica a culturas de lavoura no verão e pastagem de aveia e Azevém consorciada no inverno.

Ao se iniciar um sistema deve-se levar em consideração as características edafoclimáticas da região, que envolvem o clima, relevo, chuva, temperatura, entre outras. As espécies forrageiras se adaptam de acordo com o clima e podem ser classificadas como espécies perenes ou anuais. Forrageiras tropicais têm sua produtividade reduzida nas estações mais frias, conseqüentemente causam perdas na produção animal, tornando necessário um planejamento da área antes da implantação do sistema, planejamento esse que envolve pelo menos 5 anos de rotação de culturas.

Com a utilização inadequada do sistema devido à falta de manejo, escolha inadequada da forragem, ou até mesmo a utilização da mesma cultura para a lavoura em anos consecutivos, o sistema pode entrar em processo de degradação, com menor deposição de matéria orgânica no solo devido à retirada da biomassa aérea do milho para a silagem, além disso, a qualidade física do solo fica prejudicada com a colheita do milho (trânsito de máquinas), o que reduz a capacidade de infiltração de água do solo, podendo causar erosão e diminuição na produção vegetal subsequente. Essa retirada de matéria orgânica se encaixa também para as outras culturas como a soja e o feijão.

Há certa dificuldade na escolha da espécie (forragem, grãos) que se encaixe dentro do sistema de integração lavoura - pecuária. Segundo Salton et al. (2011) e Salton et al. (2001) o sistema integrado consiste no cultivo de culturas anuais com espécies

fornageiras. A rotação de culturas melhora a estrutura do solo, permitindo maior teor de matéria orgânica no solo e alta porosidade criada pelas raízes.

Espécies forrageiras temperadas como o azevém têm significativa participação na composição da dieta do rebanho ovino paranaense, especialmente em ILP nos subtrópicos, podendo ser consorciadas com outras forrageiras de clima temperado como estratégia para prolongar o pastejo e melhorar a ciclagem de nitrogênio da área com a utilização, por exemplo, de uma leguminosa, estudos relatam (PEDREIRA, 2001) que o consorcio entre gramíneas e leguminosas aumentam os teores de N no solo devido à alta capacidade das leguminosas de fixarem o N_2 atmosférico ou ciclar o N disponível no solo. Segundo Malavolta et al. (2002) as leguminosas têm a capacidade de fixar de 100 a 125kg de N ha^{-1} , sendo deste total 65% residual, disponibilizado para a próxima cultura. Amado et al. (1999) confirmam que em até quatro semanas de implantação da cultura, as leguminosas são capazes de liberar 70% de N na fitomassa.

Uma boa massa de forragem de qualidade depende do manejo da pastagem e, nesse sentido, considera-se a altura do pasto juntamente com a taxa de lotação fatores relevante no manejo, pois acredita-se que quanto maior for a taxa de lotação proposta menor será a massa de forragem devido à intensidade de pastejo, e quanto menor for essa taxa menor será a disponibilidade de alimento, em contrapartida menor será o desempenho animal, além disso a forragem residual interfere também na cultura de lavoura a ser cultivada na sequência.

Podemos relacionar a quantidade ingerida de forragem e profundidade do bocado com a altura do pasto, de modo que essas variáveis estão ligadas com a densidade do pasto. Heringer e Carvalho (2001) mencionam que para o animal atingir a alta capacidade de ingestão há a necessidade de existir altura e densidades suficientes que permitam a ele ingerir a forragem que está sendo ofertada. A intensidade de pastejo e desfolha realizada pelo animal afetam a quantidade de forragem consumida. Segundo Carvalho et al. (2005), a intensidade de pastejo influencia a eficiência fotossintética das folhas nos primeiros estágios da rebrotação, e indica a proporção do tecido vegetal removido em relação ao disponibilizado para o pastejo (HODGSON, 1990), por isso deve ser realizado o controle da área foliar visando maximizar o consumo pelos animais.

Outro fator ligado ao manejo das pastagens é o método de pastejo utilizado, que pode prejudicar ou favorecer a física do solo. Em sistema com taxa de lotação contínuo os animais têm acesso a toda a área, e o que favorece o uso desse sistema é o controle da carga animal. No pastejo com lotação rotacionada, aplica-se uma carga animal

instantânea dependente do manejo da altura da forragem, sendo que esse método permite um período de descanso ao solo e à forrageira.

O uso de nitrogênio na pastagem aumenta a qualidade da forrageira, o nitrogênio é um elemento que faz parte da composição química da proteína (C-H-O-N) e devido a sua adição no solo eleva os teores de PB da forrageira (RESTLE et al., 2002; MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Lupani et al. (1998) obtiveram um valor crescente de PB: 13,17%, 16,42% e 22,24%, utilizando as doses de 0, 150 e 300kg N ha⁻¹ no consórcio de aveia preta e azevém. Além disso, o nitrogênio é componente essencial da clorofila e atua na síntese da mesma, favorecendo os processos fotossintéticos.

Para se obter uma resposta satisfatória e uma alternativa para aumentar a rentabilidade dos produtores com a utilização de bovinos/ovinos de corte na entressafra, é ideal que se utilize pastagens hibernais que apresentem alto valor nutricional e alto potencial produtivo. O que reflete no produto final com o peso e acabamento adequados das carcaças, além de satisfazer o consumidor, que exige uma carne de melhor qualidade.

Dentro do modelo conceitual, se fala no efeito biológico do solo relacionado à ciclagem de nutrientes, a qual ocorre devido à presença do animal em pastejo. O animal retira os nutrientes necessários para seu crescimento e os devolve ao solo via fezes e urina (ANDREOLLA, 2010), além de aumentar os teores de matéria orgânica no solo devido à deposição de dejetos na camada superficial, tendo também um aproveitamento de nutrientes pela próxima cultura.

Segundo Zanini (2018), a implantação do sistema teria um pequeno problema, quando se trata de efeitos ocasionados pelo pisoteio do animal, que resulta na compactação do solo, podendo prejudicar a cultura subsequente. Essa afirmação não leva em consideração a descompactação do solo ocasionada por raízes. Quando falamos em solo, são evidentes algumas mudanças que ocorrem ao inserir animais no sistema, mudanças químicas, físicas e biológicas.

Segundo Pereira et al. (2014), a presença dos animais provoca um efeito físico na resistência mecânica do solo à penetração. Os autores relatam que o pisoteio ocorre somente nas camadas superficiais de 0 – 20 cm do solo e que esse efeito é revertido com a cultura em sucessão. Estudos relatam que o pastejo aumenta a produtividade da cultura subsequente. Lunardi et al. (2008) observaram que a produtividade da cultura da soja foi favorecida com o pastejo comparada a áreas sem pastejo, resultados estes semelhantes aos encontrados por Pereira et al. (2014).

A adição de nitrogênio na pastagem pode trazer resultados em períodos mais longos. Acredita-se que o nitrogênio adicionado na pastagem pode ter um efeito residual para a próxima cultura, e outra característica que pode ser levada em consideração quanto a adubação de nitrogênio é a eficiência de nitrogênio dentro do sistema, ou seja, quanto essa planta está absorvendo N e quanto ela torna esse N disponível na forma de PB para os animais.

O sistema funciona quando se aplica o manejo correto, manejo da pastagem incluindo altura de pasto, oferta de massa, controle de carga animal, fatores que se ligam diretamente à química, física e biologia do solo, como consequência um solo bem adubado com alta capacidade de ciclagem de nutrientes fornece à planta uma alta qualidade de nutrientes que será fornecida aos animais. Um controle de carga animal fornece ao solo uma física de partículas adequada, consequência também é a qualidade da próxima cultura em se desenvolver e a biologia do solo é resposta dos processos de ciclagem. Onde há animais pastejando, existe deposição de fezes e urina que retornam para a planta. Estudo realizado por Pereira (2014) avaliando a produção de milho em áreas com e sem pastejo obteve uma resposta satisfatória de produção em toneladas ha^{-1} de milho. Áreas pastejadas produziram aproximadamente 1 tonelada ha^{-1} a mais do que em áreas pastejadas em sistema ILP, e mesmo o solo apresentando-se compactado a área se recuperou e aumentou a produtividade do sistema devido à ciclagem de nutrientes.

2.2 Integração Lavoura Pecuária X Histórico da área

A área experimental está sendo estudada desde junho de 2006, durante este período foram desenvolvidas várias teses de doutorado, dissertações de mestrado e conclusões de curso, todas envolvendo o sistema ILP. Alguns trabalhos da área nos trazem informações sobre qualidade física, qualidade biológica e química do solo, além da produção de feijão, produção de milho, produção de cordeiros, e a adaptação/ produção de diferentes pastagens no inverno consorciadas ou não. Dentro deste sistema são testadas doses de nitrogênio 0, 75, 150 e 225kg N ha^{-1} no inverno e no verão, além disso a área conta com parcelas isoladas caracterizadas como áreas sem pastejo a fim de verificar a deposição de matéria orgânica sem a presença dos animais e o efeito residual nessas áreas.

O sistema vem sendo utilizado com sistema de rotação de culturas e plantio direto desde 2004, com avaliações a partir de 2006 desde então foi realizado rotação de culturas conforme a tabela 1.

Tabela 1. Rotação de culturas de lavoura no verão e pastagem de inverno no sistema de ILP nos anos de 2006 a 2017 na área utilizada em Guarapuava.

ESTAÇÃO	CULTURA
INVERNO 2004	Cereais
VERÃO 04/05	Soja
INVERNO 2005	Pousio
VERÃO 05/06	Milho
INVERNO 2006	Azevém
VERÃO 06/07	Feijão
INVERNO 2007	Azevém e Aveia
VERÃO 07/08	Milho
INVERNO 2008	Azevém
VERÃO 08/09	Feijão
INVERNO 2009	Azevém e Aveia
VERÃO 09/10	Milho
INVERNO 2010	Azevém e Aveia
VERÃO 10/11	Feijão
INVERNO 2011	Azevém e Aveia
VERÃO 11/12	Milho
INVERNO 2012	Azevém e Aveia
VERÃO 12/13	Feijão
INVERNO 2013	Azevém e Aveia
VERÃO 13/14	Milho
INVERNO 2014	Azevém
VERÃO 14/15	Feijão
INVERNO 2015	Azevém
VERÃO 15/16	Milho
INVERNO 2016	Azevém
VERÃO 16/17	Feijão

O sistema ILP se caracteriza pela rotação de culturas entre gramíneas e leguminosas, verão/inverno e a inserção de animais no inverno em períodos de pastejo, dentre os trabalhos realizados nesta área é possível verificar que com o passar dos anos com o sistema de rotação de culturas o solo ganha matéria orgânica, e conseqüentemente aumento de produtividade tanto em áreas pastejadas como não pastejadas.

Sandini (2006) avaliando a produção de milho e feijão no verão recebendo crescentes doses de nitrogênio no sistema, deu início as pesquisas na área, no inverno foram semeadas as pastagens de aveia e azevém consorciada. De 2006 a 2008 foram manejados o sistema da seguinte forma: azevém, feijão, aveia consorciada com azevém e milho, nos períodos de pastejo avaliou-se desempenho de cordeiros em terminação, neste experimento os cordeiros não apresentaram ganho de peso individual com relação as doses de nitrogênio, porém houve um acréscimo e 21, 52 e 73% por hectare em relação a dose 0 (75, 150 e 225 kg N ha⁻¹) efeitos lineares para produção de MS na forragem foram

observados. Os aumentos de produção de milho e feijão foram observados com o aumento das doses de nitrogênio, mas dentro deste sistema não foi possível verificar diferenças entre áreas pastejadas e não pastejadas.

O sistema ILP pode conferir ganhos em produtividade devido a maior ciclagem de nutrientes da área, porém com o pastejo dos animais levanta-se a hipótese de que o sistema pode sofrer com compactação do solo, o que prejudicaria as próximas culturas. Andreola (2010) encontrou respostas positivas para o sistema e para as doses de nitrogênio nas variáveis analisadas em sua tese, com relação aos atributos físicos do solo foi possível identificar que as áreas pastejadas são compactadas por cordeiros em pastejo contínuo no inverno, porém a compactação não é capaz de afetar a produção de grãos da cultura em sucessão. Os valores encontrados pelo autor mostram que o pastejo e a adubação nitrogenada conferem maior produção de feijão e milho quando comparadas em áreas sem pastejo respectivamente 3.012 kg ha^{-1} e $10.220 \text{ kg ha}^{-1}$ para o feijão e o milho, já as áreas sem pastejo obteve 2.937 kg ha^{-1} e 9.636 kg ha^{-1} , neste trabalho as áreas pastejadas conferiram maior produção, o fato pode estar ligado ao aumento no teor de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes.

Sartor (2012) avaliando a área nos anos de 2006 a 2009 encontrou melhorias na matéria orgânica do solo em áreas pastejadas, comparados as áreas sem pastejo, o autor identificou maior ciclagem de nutrientes em áreas onde existe a presença do animal, além encontrou correlação positiva da matéria orgânica com a biomassa microbiana do solo, sendo que o pastejo aumenta a biomassa tanto no verão como no inverno nas camadas entre 0-5cm.

Acredita-se que o sistema ILP possa gerar um efeito residual sobre a aplicação de nitrogênio no inverno, o qual reflete na próxima cultura, Sartor (2012) encontrou efeito residual do nitrogênio aplicado no inverno com maior evidencia em áreas pastejadas, o fato foi verificado devido ao rendimento de grãos obtidos no verão

Pelegri (2008) avaliando cordeiros em terminação em pastagem de azevém no ano de 2006, encontrou resposta linear para ganho de peso por área e número de animais por área para cada kg de N houve aumento de $3,0 \text{ kg de PV ha}^{-1}$, a adubação nitrogenada neste sistema elevou a produção de 20 cordeiros a mais por área, para ganho de peso individual não houve diferença significativa, porém neste trabalho foi encontrado alta produtividade de forragem para cada kg de N houve acréscimo de $15,84 \text{ kg ha}^{-1}$ de massa seca de forragem o que justificou um maior número de animais por área. A área estudada,

conta com diversos trabalhos em várias áreas de pesquisa, comprovando os benefícios do sistema integração lavoura pecuária a nível de solo, planta e animal.

2.3 Produção de Cordeiros em Pastejo

O rebanho ovino brasileiro possui 18.410,551 milhões de cabeças, aproximadamente 4,8 milhões estão na região Sul do país. O Paraná possui 613 mil cabeças, ocupando o sexto lugar em número de animais (IBGE, 2015).

Em regiões do subtropical brasileiro é comum o uso de lavoura no verão e culturas hibernais no inverno, e muitos produtores acabam deixando essas áreas descobertas durante o inverno tendo como opção o uso de forrageiras como aveia, azevém e a produção de animais na mesma área (MORAES et al., 2010).

As forrageiras de inverno são uma opção para terminação de ovinos, e embora ainda se fala pouco sobre essa alternativa, os ovinos se encaixam na diversificação do sistema, e no inverno possibilitam um ganho a mais por área tanto de carne como leite ou lã.

De acordo com Silva Sobrinho (2001), a terminação de cordeiros em pastagem apresenta resultados insatisfatórios no ganho de peso animal. Pelegrini et al. (2010), utilizando cordeiros no inverno em pastagem de azevém recebendo crescentes doses de nitrogênio com cordeiro em terminação em pastejo contínuo não encontraram diferença significativa no GMD (0,118; 0,133; 0,134 e 0,147 g) para doses de 0, 75, 150 e 225kg N ha⁻¹, respectivamente, porém houve um acréscimo na carga animal de 770,1; 1095,7; 1252,2 e 1469,5 kg PV ha⁻¹, respectivamente, aumentando o ganho total por área.

Andreolla (2010) encontrou resposta positiva em doses de N no aumento na carga animal 591, 726, 843 e 846 kg ha⁻¹ de PV para sem N, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹. O ganho por área é satisfatório devido ao aumento da carga animal, e com o aumento nas doses de nitrogênio eleva-se a massa de forragem e o teor de MS, tornando possível o acréscimo na carga e produzindo mais animais por ha.

Bona Filho (2002) avaliou doses de nitrogênio em consórcio de aveia e azevém (0, 100, 200 e 300kg de N ha⁻¹) e obteve um acréscimo no teor de MS de 4467, 6648 e 8701kg ha⁻¹, respectivamente. Outros ganhos com ovinos também são encontrados. Freitas (2003) encontrou resultados satisfatórios em ovelhas com cria ao pé com 25, 100, 175 e 325 kg de N ha⁻¹ em pastagem de azevém e obteve um GMD de 0,233; 0,241; 0,247 e 0,259 kg e uma taxa de lotação de 13,5; 16,9; 19,5 e 24,6 animais ha⁻¹, respectivamente.

A produção de cordeiros em sistema ILP só é satisfatória quando bem manejada, através do ajuste da carga animal, oferta de forragem adequada, adubação nitrogenada, diminuição das fibras indigestíveis (lignina) que podem ser controladas pelo prolongamento ou diminuição do período de pastejo e pela escolha do cultivar. De acordo com Van Soest (1982) a elevação no teor de proteína resulta em maior consumo e digestibilidade de MS.

A baixa fertilidade, acidez, solos pedregosos, topografia irregular, são os principais problemas encontrados em áreas de pastagens, já solos melhores são utilizados para lavoura de grãos anuais ou de alto valor comercial para produção de fibras (MACEDO et al., 2015). Esses sistemas degradados afetam diretamente a produção animal, conseqüentemente as pastagens são de baixa qualidade e apresentam altos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e baixa digestibilidade, o que compromete o desempenho do animal.

Outro ponto importante que deve ser levado em consideração é o manejo reprodutivo. Ovinos são animais poliéstricos estacionais, sendo controlados pelo fotoperíodo. A estação de monta de ovinos na região sul do país geralmente ocorre no outono/inverno, onde os noites longas e dias curtos. O acasalamento ocorre entre os meses de março a setembro, e o nascimento na primavera/verão, coincidindo com o período de vazio forrageiro, diminuindo a produção de leite e o desenvolvimento dos recém-nascidos.

A utilização de cordeiros em sistema de pastejo deve ser planejada de acordo com o clima, região, genética e raça. O bom planejamento de uma estação de monta antecipada oferece condições para os animais entrarem no sistema nos meses de julho, quando o azevém está pronto para ser pastejado. Para isso a época de nascimento deve ser nos meses de maio/junho.

2.4 A Cultura do Azevém

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma espécie forrageira predominante, pertencente à família *Poaceae*. Originada na região sul da Europa, hoje o azevém se destaca em países onde o clima é favorável a cultura, no Brasil sua maior produção está localizada nas regiões sul do país.

Caracterizada como espécie rústica de clima frio, utilizada em regiões temperadas de todo o mundo (FULKERSON et al., 2007), de acordo com Carvalho et al., (2005) o azevém se desenvolve melhor em solos argilosos e com alta umidade a cultura quando bem instalada apresenta alta capacidade de emitir perfilhos, podendo superar em termos nutricionais as demais espécies de pastagem no inverno se bem adubada.

É utilizada com frequência em invernos na região sul do Brasil para compor pastagens de forma isolada ou consorciada com outras espécies. O azevém pode solucionar problemas ligados ao baixo desempenho animal nos períodos de entressafra forrageira por apresentar elevada produção de massa, valor nutritivo alto, capacidade de rebrota, resistência a pisoteio (COSTA et al., 2013).

Para seu bom desenvolvimento, o azevém requer temperatura mínima de 20°C, e segundo Santos et al. (2009) pode estabilizar seu crescimento em temperaturas muito baixas (BRUCKNER e HANNA, 1990), o que diminui o seu desempenho no inverno, sendo que o máximo desenvolvimento ocorre na primavera (FREITAS et al., 2005).

O azevém cultivar Jumbo HQ é classificado como tetraploide (4n), resultado de melhoramento genético com alterações no número de cromossomos, essas alterações tornam o azevém com um ciclo de pastejo mais longo, podendo chegar a 7 meses. Plantas tetraploides (azevém) apresentam folhas mais escuras e maior número de perfilhos, apresentando alta produção de matéria seca, e com o aumento das folhas pode elevar os teores de carboidratos solúveis, proteínas e lipídeos.

A produção de tetraploide tem como objetivo melhorar a produção de massa seca, resistência doenças, maior qualidade, maior número de perfilhos, o desenvolvimento deste tipo de cultura depende também dos fatores extrínsecos como temperatura adequada, tipo de solo, teor de matéria orgânica.

É comum na região Sul trabalhar o azevém de forma consorciada com outra cultura como a aveia, que apresenta um ciclo mais curto e quando consorciada com o azevém de ciclo mais tardio pode prolongar o período de pastejo, porém essa hipótese depende do clima e da região (ROCHA et al., 2007).

O azevém tetraploide permite um maior período de pastejo, a sua produção de forma solteira apresenta valores bem interessante, visto que a semeadura pode ser antecipada dependendo das características climáticas da região, Pin et al. (2011), trabalhou com diferentes épocas de semeadura e encontrou melhores respostas para o azevém solteiro semeados no início de abril com produção de MS de 9930kg ha⁻¹

Flores et al., (2008) avaliando produção de azevém comum solteiro encontrou uma produção de 5100kg ha⁻¹. Ribeiro et al., (2009) trabalhando com sobressemeadura de azevém sob pastagem Tifton 85 com adubação nitrogenada encontrou produção de massa de 6801,3 kg⁻¹ de MS. Marchesan et al., (2015) avaliando valores nutricionais do azevém (Barjumbo) consorciado e solteiro na região sudoeste do Paraná, encontrou valores de PB maiores para o azevém solteiro de 240gkg⁻¹ de PB, para as demais características nutricionais do azevém solteiro foram encontrados os seguintes valores: 594,4 gkg⁻¹ de NDT, 246,7 gkg⁻¹ de FDA e 486,3 gkg⁻¹ de FDN. PELLEGRINI et al. (2010) encontraram média de 213,0 g kg⁻¹ de proteína bruta de agosto a novembro, avaliando produção e qualidade de azevém anual solteiro.

O azevém apresenta respostas positivas à adubação nitrogenada e segundo Pilau et al. (2005), ele produz forragem de valor nutritivo médio de 20% de proteína bruta, e 60% de NDT, além de suprir a necessidade do pastejo de boa qualidade e bom desempenho animal, se caracteriza com o sistema ILP, dando sustentabilidade ao sistema com a rotação de culturas e promovendo a melhora na ciclagem de nitrogênio.

Estudos vem mostrando nos últimos anos que a adubação nitrogenada na cultura do azevém reflete diretamente na produção de massa seca e no teor de PB (PELLEGRINI, 2010). Tonetto (2009) avaliando cinco cultivares diferentes de azevém observou que os primeiros cortes apresentam altos teores de PB, havendo um decréscimo linear com o passar dos períodos independente da adubação nitrogenada. Com o tempo, as forrageiras acabam perdendo algumas características nutricionais importantes. Com relação à parede celular da planta, ela é rica em carboidratos de metabolismo primário, que permite a adaptação da planta a diferentes tipos de clima como a celulose, hemicelulose e pectina, fornecendo sustentação ao vegetal, mas com o passar do tempo a planta começa a desenvolver um carboidrato de metabolismo secundário (lignina), que é uma defesa da planta para criar sustentação e rigidez. Esse fato é importante para a planta, mas em termos nutricionais a lignina é um carboidrato fibroso de baixa solubilidade e degradação lenta para os ruminantes, e quanto mais velha for a planta, maior o teor de lignina e menos digestível ela é, tornando-se importante o momento do corte do feno e a altura a ser manejado.

2.5 Adubação Nitrogenada

O nitrogênio representa 78% dos gases da atmosfera, o que torna esse elemento importante. A atmosfera é rica em N, porém esse elemento está pouco disponível para as plantas (MALAVOLTA 2002).

Ele tem se tornado um elemento eficiente para o uso das plantas devido à evolução dos vegetais no melhoramento genético. O seu uso e a sua eficiência está ligada diretamente à planta e às condições climáticas da região, pois a fonte de nitrogênio deve ser trabalhada de acordo com o clima para evitar perdas e possíveis contaminações no solo e recursos hídricos (MASCLAUX-DAUBRESSE et al., 2008). Calcula-se que de todo nitrogênio fornecido via fertilização, 50 a 70% é perdido (HODGE et al. 2000)

O nitrogênio é um elemento limitante no solo e um dos mais requeridos pelas plantas, sendo necessário o conhecimento da real eficiência da adubação nitrogenada em espécies forrageiras, possibilitando o trabalho com dosagens adequadas. Cada solo responde de uma forma ao nitrogênio, ou seja, alguns têm maior ciclagem de nutrientes devido ao sistema de manejo e favorece o processo de absorção de nitrogênio. A eficiência na utilização de N é expressa como razão entre a produção (N total da planta, N de grãos, rendimento da biomassa, rendimento de grãos) e do insumo (N-fertilizante aplicado) sendo que o aumento da eficiência torna-se um indicativo para trabalharmos com a diminuição da poluição ocasionada pela perda de nitrogênio via lixiviação, saturação e poluição (MASCLAUX-DAUBRESSE et al., 2008).

A obtenção do nitrogênio pelas plantas pode ocorrer via fixação biológica e via adição de fertilizantes, sendo mais utilizado na forma de ureia. Inicialmente o solo transforma o amônio (NH_4^+) em nitrato (NO_3^-) por um processo conhecido como nitrificação e posteriormente a planta absorve via raiz o nitrato (NO_3^-), converte em nitrito (NO_2^-) e via enzima redutase é convertido em amônio, o qual é assimilado pela planta e direcionado para produção (TSAY et al. , 2007). Para que esse processo ocorra o vegetal necessita de energia vinda do processo fotossintético, e essa energia está na forma de glicose.

Em plantas C3 a enzima Rubisco é responsável por 50% do conteúdo total de proteínas solúveis nas folhas das plantas C₃ a enzima desempenha um papel muito importante na fotossíntese e na remobilização de nitrogênio na planta (TAIZ et al., 2017). Os cloroplastos apresentam N em sua composição, e quando o vegetal começa a entrar

em senescência ocorre deterioração da Rubisco e dos cloroplastos, e diminuição nos níveis de nitrogênio da planta.

Existe a necessidade de estudar o comportamento do nitrogênio e dos carboidratos na pastagem, visto que o alimento é considerado rico em proteína devido à adição de fertilizante nitrogenado, mas pode estar com baixa disponibilidade de carboidratos solúveis devido à mobilização desse elemento para fonte de energia no vegetal. A caracterização desses compostos nos vegetais se torna importante a fim de balancear uma dieta adequada para o animal com fontes de carboidratos rapidamente fermentados.

Devido à rápida mobilização deste elemento pelo vegetal e à ampla participação de N nos processos químicos da planta, ele eleva consideravelmente a produção de matéria seca, assim como melhora a qualidade da pastagem, agregando valor no desempenho animal. Kering et al. (2011), em cultivar do gênero *Cynodon dactylon* (L.), observaram incremento nos teores de Proteína Bruta de 50%, incremento em Nutrientes Digestíveis Totais, e diminuição de 25% de fibra, respondendo à adubação nitrogenada em até 448 kg ha⁻¹.

A pastagem de azevém tende a diminuir os teores nutricionais com os ciclos de pastejo, resposta natural do vegetal devido ao envelhecimento das folhas e redução nos níveis de N a um possível aumento nos teores de fibra. O vegetal tende a aumentar os carboidratos presentes na parede celular, o que lhe oferece melhor sustentação, mas isso a nível de rúmen se torna indesejado devido à baixa digestibilidade da fibra. Segundo Volenec et al. (1996), as forrageiras após serem desfolhadas no processo de pastejo tendem a se recuperarem através do estoque de carbono e nitrogênio presente nos tecidos remanescentes, diminuindo a presença de N nas folhas.

Em trabalho realizado por Soares e Restle (2002), avaliando o consórcio das culturas de azevém e triticale, recebendo crescentes doses de nitrogênio (0, 150, 300, e 450 kg N ha⁻¹) obtiveram redução nos teores de PB quando comparadas entre os períodos de pastejo, de 278g kg MS para 202,4g kg MS, mostrando a diminuição nos teores de PB em relação aos períodos de corte, e acréscimo com relação às doses de nitrogênio, não sendo possível neste trabalho encontrar fase assintótica nos níveis de adubação nitrogenada.

Vários estudos realizados (LUPANI et al. 1998; MOREIRA et al. 2006) em gramíneas mostram a resposta positiva à utilização da adubação nitrogenada. Segundo Soares (1999), o nitrogênio atua de forma positiva principalmente nos níveis de PB.

2.6 Composição Bromatológica das Forragens

A qualidade nutricional dos alimentos é mensurada através de análises bromatológicas, sendo estas conhecidas também como química dos alimentos, onde estudam-se os componentes químicos que compõem os alimentos, entre eles a água, carboidratos, lipídeos, proteínas e minerais (BOLSAN, 2013).

As análises que envolvem resultados das frações fibrosas são muito importantes dentro da nutrição de ruminantes, pois grande parte desses animais consome dietas à base de forragem e a fração menos digestível presente na parede celular dos vegetais pode ser quantificado por essas análises, sendo esse um fator limitante na digestão (VAN SOEST, 1994).

As frações fibrosas dos alimentos vêm sendo estudadas há muitos anos com objetivo de caracterizar a fibra (VAN SOEST, 1994). As análises que envolvem resultados das frações fibrosas são muito importantes dentro da nutrição de ruminantes, pois grande parte desses animais consomem dietas à base de forragem. A fração menos digestível das fibras está presente na parede celular dos vegetais (WEISS, 1993) e pode ser quantificada por essas análises, sendo essa um fator limitante na digestão (VAN SOEST, 1994).

Os ruminantes têm uma alta capacidade de digestibilidade devido à presença das bactérias ruminais, de modo que a degradação dos alimentos resulta na produção de gases (ácidos graxos voláteis, CO₂ e CH₄) que podem ser quantificados e mensurados quanto à sua taxa de degradação. Dependendo da qualidade do componente alimentar, a taxa de degradação torna-se variável, tendo relação direta com o teor de carboidrato solúvel da dieta. O estudo do fracionamento de carboidratos e proteínas nos ajuda a buscar respostas satisfatórias quando se mensura a produção de gases.

Existem alguns métodos que são seguidos para obter os resultados, como o método de Weende, proposto por Henneberg, em 1864, porém em suas metodologias apareceram algumas divergências como à análise de Fibra Bruta, que solubilizava alguns componentes da fibra (ANDRIGUETTO et al., 1992). De acordo com Van Soest; Wine (1997) a fibra bruta deveria ser fracionada em componentes do conteúdo celular (Fibra Solúvel em detergente Ácido) FDA, e o conteúdo da parede celular (Fibra em Detergente Neutro) FDN. De acordo com Lima (2003), o método de separação da fibra melhora o entendimento nutricional dos alimentos e favorece o balanço nutricional da dieta total.

De acordo com o NRC (2001), a fibra dos alimentos é um componente que tem relação direta com a digestibilidade do alimento, e além de ser muito importante na dieta de ruminantes é o componente de maior valor na MS dos carboidratos. De acordo com NEUMANN et al. (2002), dietas ricas em fibra devem ser evitadas por possuírem uma taxa de degradação lenta, limitando a produtividade do animal.

Segundo Hall (2003), os carboidratos são classificados em conteúdo celular e parede celular. No conteúdo celular estão os carboidratos não fibrosos (CNF), como açúcares solúveis em água, amido e pectina, já na parede celular estão os carboidratos fibrosos (CF) como a lignina, celulose e hemicelulose. O CNF, de acordo com os autores Mertens et al. (1987) e Mertens et al. (1996), representa a fração solúvel dos carboidratos de rápida degradação e completamente digestível.

O sistema de *Cornell Net Carbohydrate And Protein System* (CNCPS) classifica os carboidratos em não-estruturais (CNE) e estruturais (CE). Os CNE estão localizados no conteúdo celular e compreendem às frações A composta por açúcares solúveis (glicose), que considerados carboidratos de rápida fermentação no rúmen. Os carboidratos da fração B1 (amido e compostos fibrosos solúveis – pectina) são considerados carboidratos de fermentação intermediária (VAN SOEST e ROBERTSON, 1985) os CE são compostos pelas B2 de degradação mais lenta e C, fração indigerível da fibra (VAN SOEST et al., 1991; SNIFFEN et al., 1992; VAN SOEST, 1994).

O sistema de *Cornell Net Carbohydrate And Protein System* (CNCPS) também se aplica às proteínas e à dinâmica de N no rúmen. Esse modelo estima a quantidade de proteína microbiana que pode ser sintetizada no rúmen. A proteína bruta já foi classificada pelo ARC (1980) como proteína bruta degradada no rúmen (PDR) e proteína bruta não degradada no rúmen (PNDR), porém esse método não estimava a dinâmica do NNP no rúmen e não diferia a proteína verdadeira. Em 1985 o NRC atualizou a metodologia com o fracionamento da proteína em três frações: a fração A, rapidamente degradada no rúmen; fração B, potencialmente degradada no rúmen; e a fração C, não degradável, porém o modelo foi considerado limitado (SNIFFEN, et al., 1992). Sendo assim, o sistema de *Cornell* foi desenvolvido para separar as frações e relacioná-las com a taxa de degradação e taxa de passagem.

Existem hoje técnicas para mensurar a digestibilidade dos alimentos, ou seja, a fração que é absorvida pelo sistema digestivo do animal e não é perdida nas fezes. Dentre essas técnicas estão a digestibilidade *in vivo*, *in situ* e *in vitro*.

O método *in vivo* é uma técnica considerada a mais precisa (ANDRIGUETTO et al., 1990), envolve um ensaio com animais por um período onde é medido o consumo de alimento e a produção fecal total. Este método é realizado com gaiolas metabólicas onde o animal tem liberdade de movimentos como deitar e levantar (SALMAN et al.; 2010). O método é considerado trabalhoso, requer mais tempo, pois não tem animais fistulados e por esse motivo é considerado o método mais preciso, devido aos resultados serem de fato o que o animal está ingerindo.

A técnica de degradação *in situ*, também conhecida como a técnica do saco de náilon, estima a taxa de degradação dos alimentos e foi proposta por Mehrez e Orskov (1977). A técnica se baseia no desaparecimento do alimento colocado em sacos de náilon e expostos aos microrganismos no rúmen em diferentes períodos de tempo. A técnica *in vitro* proposta por Tilley e Terry (1963) tem sido a mais utilizada por simular em laboratório a digestibilidade dos alimentos ingeridos pelos ruminantes, tornando-se semelhante aos resultados obtidos na técnica *in vivo*.

A técnica de degradabilidade dos alimentos e cinética de fermentação ruminal é obtida pelo método de produção de gás *in vitro*, descrita por Theodorou et al. (1994) e vem sendo muito utilizado por trazer resultados rápidos e precisos.

2.7 Digestibilidade e rotas metabólicas dos alimentos em ruminantes

As plantas são seres autótrofos capazes de produzir seu próprio alimento, sendo que o processo de fotossíntese resulta na produção de carboidratos energéticos (NELSON; COX, 2002). As células de clorofila presente nas folhas são capazes de transformar energia luminosa em energia química ao captar o CO₂ atmosférico juntamente com a água (H₂O) e energia luminosa, transformando esses elementos em glicose (C₆H₁₂O₆) e oxigênio (O₂).

Os carboidratos são considerados a fonte de energia para ruminantes (VIANA, 2012) e a maior parte dessa energia vem de polissacarídeos (amido e celulose) presentes na parede celular dos vegetais. Dietas ricas em carboidratos fornecem através do processo fermentativo executado pelos microrganismos AGV (ácidos graxos voláteis), que são utilizados pelo animal como fonte de energia.

O ruminante possui uma câmara de fermentação anaeróbica conhecida como rúmen, que funciona em condições ideais de pH (6,0 a 7,0) e temperatura (39° a 42°C),

apresentando milhares de microrganismos responsáveis pelo processo de fermentação ruminal (bactérias, protozoários e fungos), com a presença de substrato, seja ele de fonte de carbono ou de nitrogênio. Os microrganismos desenvolvem enzimas específicas para cada alimento que chega no rúmen via alimentação. A produção de gás (CO_2 e CH_4) também tem relação com o tipo de alimento e a população microbiana varia de acordo com esses alimentos (RUSSELL et al., 1992) e também o tempo de ingestão de matéria seca.

Alimentos na base de volumoso como a silagem, feno e a pastagem ativam bactérias fermentadoras de carboidratos e proteínas. Os polissacarídeos são convertidos em moléculas menores (monossacarídeos) como a glicose e frutose, por sistemas enzimáticos complexos. Parte desses monossacarídeos entram na célula bacteriana e são metabolizados a piruvato através da via da glicólise. O piruvato é fermentado pelas bactérias em AGV e outra parte é direcionado ao ciclo do ácido cítrico ou ciclo de Krebs, sendo convertido em de AcetilCoA dando início ao ciclo resultante em moléculas de NADH, FADH_2 e ATP (LEHNINGER; NELSON; COX, 2000). NADH e FADH_2 são direcionados à cadeia respiratória que irão gerar mais ATP, responsável pelo armazenamento de energia química no organismo.

Após a formação de piruvato, o mesmo pode seguir várias rotas até a formação de AGV, que são: acetato, propionato e butirato. Durante esse processo, ocorre uma liberação de H_2 que serve para a atividade das bactérias metanógenas no processo de formação do gás CH_4 a partir da redução de CO_2 . De acordo com Kozloski (2009), 1/3 do gás produzido pelas bactérias é CH_4 e 2/3 é CO_2 , sendo o restante composto por H_2 , H_2S , N_2 e O_2 .

Dietas ricas em amido como concentrados têm um pico de produção de gás agudo de 2 a 3 horas após a ingestão, diferente do volumoso que tem uma produção menos aguda, de 4 a 5 horas após a ingestão. A velocidade de fermentação desses CHOs pode direcionar qual AGV pode ter sua produção acentuada. Em alimentos com alto teor de celulose predomina a produção de ácido acético, enquanto em dieta rica em amido proporciona aumento no ácido propiônico e dieta rica em proteína eleva a produção de ácido butírico. Além disso, a presença dos carboidratos fibrosos e não fibrosos vai ter relação direta com o volume de gás produzido pela degradação dos elementos de rápida e lenta digestão, relacionando as frações solúveis e insolúveis do alimento (KOZLOSKI, 2009).

Os compostos nitrogenados presentes na dieta dos ruminantes podem seguir várias rotas de degradação e de absorção. Segundo Cabral et al. (2004), a fonte principal de aminoácidos existentes no rúmen é a proteína microbiana, que após sintetizada se converte em várias formas de compostos nitrogenados (N), e para isso é necessária energia proveniente dos esqueletos de carbono e dos α cetoácidos.

A proteína alimentar ao chegar no rúmen, assim como os carboidratos, sofre ação de um complexo enzimático que tem a função de atuar sobre as ligações peptídicas, através da liberação de enzimas específicas de acordo com o alimento. De maneira geral, a proteína alimentar sofre ação das proteases, exopeptidases e endopeptidases. Enzimas conhecidas como proteolíticas hidrolisam a proteína em moléculas menores, como oligopeptídeos, peptídeos e aminoácidos no rúmen. Essas moléculas hidrolisadas entram na membrana celular da bactéria para seguirem suas rotas. Os aminoácidos podem ser desaminados (perda do grupo amina) e metabolizados a AGVR (ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada), serem incorporados na proteína microbiana ou serem catabolizados em α cetoácidos e posteriormente piruvato, sendo destinado ao ciclo de Krebs para formação de ATP.

Os AGVR são direcionados aos fluidos ruminais e servem de substrato para o crescimento das bactérias responsáveis pela degradação da fibra. De acordo com RUSSELL et al. (1992), as bactérias que fermentam carboidratos não fibrosos crescem mais rápido e utilizam em média 66% de peptídeos e aminoácidos e 34% de amônia para o seu crescimento.

Além disso, a presença dos carboidratos fibrosos e não fibrosos vai ter relação direta com o volume de gás produzido na cinética pela degradação dos elementos de rápida e lenta digestão, relacionando as frações solúveis e insolúveis do alimento. Portanto, a quantidade de gás produzido é totalmente dependente do tipo de substrato fornecido. Os dados obtidos na cinética podem ser relacionados com as análises químicas dos alimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMADO, T. J. C. et al. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Brasileira Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, p. 189-197, 2001.
- ANDREOLLA, Veruschka R.M. **Integração lavoura-pecuária: atributos físicos do solo e produtividade das culturas do feijão e milho**. 2010. 139p. (Tese de doutorado em agronomia) Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 2010.

- ASSMANN, Tangriani S.; ASSMANN, Alceu L.; SOARES, André B. ; BORTOLLI, Antonio M. Fixação biológica de nitrogênio por plantas de trevo (*Trifolium* spp) em sistema de integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.5, p.1435-1442, 2007.
- BONA FILHO, A. **Integração lavoura-pecuária com a cultura do feijoeiro e pastagem de inverno, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio**. Curitiba 2002. 105p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- BRUCKNER, P. L.; HANNA, W. W. In vitro digestibility of fresh leaves and stems of small-grain species and genotypes. **Crop Science**, v. 30, n. 1, p. 196-202. 1990.
- CANTO, Marcos Weber do et al. Produção de cordeiros em pastagem de azevém e trevo-branco sob diferentes níveis de resíduos de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira: 1977**. Brasília. Vol. 34, n. 2 (fev. 1999), p. 309-316, 2000.
- CARASSAI, I.J., **Recria de Cordeiras em Pastagem Nativa Melhorada, Submetida a Adubação Nitrogenada**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. 186p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006.
- CARVALHO, Paulo C.F; GENRO, Teresa C.M; GONÇALVES, Edna N.; BAUMONT, René. A estrutura do pasto como conceito de manejo: reflexos sobre o consumo e a produtividade. In: Reis, R. A. et al. (Orgs.). **Volumosos na Produção de Ruminantes**, Jaboticabal, Funep. p. 107-124. 2005.
- DIAS JÚNIOR, M. S. **Notas de aula de física do solo**. Lavras, UFL, p. 168, 1996.
- EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação de diferentes métodos para se estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 4, p. 691-702, 1992.
- FREITAS, F.C.L. et al. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.49-58, 2005.
- FULKERSON, W. J., J. S. NEAL, C. F. CLARK, et al. 2007. Nutritive value of forage species grown in the warm temperate climate of Australia for dairy cows: Grasses and legumes. **Livestock Science** 107:253–264. 2007.
- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. Forage fiber analyses (Apparatus, regents, procedures, and some applications). **Agriculture Handbook** 379. United States Department of Agriculture. 20p. 1970.
- HALL, M.B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v.81, n.12, p.3226-3232, 2003.
- HERINGER, I.; CARVALHO, P.C.F. Ajuste da carga animal em experimentos de pastejo: uma nova proposta. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.4, p.675-679, 2002.

- HODGSON, Jhon. **Grazing management: science into practice**. Inglaterra: Longman Handbooks in Agriculture, 203p, 1990.
- KHAZAAL, K.; DENTINHO, M.T.; RIBEIRO, J.M. et al. A comparison of gas production during incubation with rumen contents *in vitro* and nylon bag degradability 50 as predictors of the apparent digestibility *in vivo* and the voluntary intake of hays. **Animal production**, v.57, p.105-112, 1993.
- KHAZAAL, K.; ORSKOV, E.R. The *in vitro* gas production technique: an investigation on its potential use with insoluble polyvinylpyrrolidone for the assessment of phenolics-related antinutritive factors in browse species. **Animal Feed Science and Technology**, v.47, p.305-320, 1993.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2 ed. Santa Maria: UFSM. 2009.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 2000.
- LUNARDI, Robson; CARVALHO, Paulo C.F.; TREIN, Carlos R.; COSTA, José A.; CAUDURO, Guilherme F.; BARBOSA, Cristina M.P; AGUINAGA, Angêlo A.Q. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, v.38, p.795- 801, 2008.
- MACEDO, M. C. M. CLFIS: an overview of the brazilian experience. In: world congress on integrated crop-livestock-forest system, 1.; international symposium on integrated crop-livestock systems, 3., 2015, Brasília, DF. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 33.
- MALAVOLTA, Euripedes; PIMENTEL-GOMES, Frederico; ALCARDE, José C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002, 200p.
- MARCHESAN, R. et al., Valor nutricional de cultivares de azevém consorciados ou não com aveia sob dois resíduos de pastejo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.14, n.3, p.254-263, 2015.
- MASCLAUX-DAUBRESSE C, REISDORF-CREN M, Remobilização de nitrogênio de Orsel M. Leaf para o desenvolvimento de plantas e preenchimento de grãos. **Biologia Vegetal**. 2008.
- MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feed in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.88, p.645-650, 1977.
- MENKE, K.H. et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feed-ingredients from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. **Journal of Agricultural Science**, v.93, p.217-222, 1979
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.
- MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGES INDUSTRIES, 1996, Wisconsin. **Proceedings...**1996.

- MORAES, A., PELISSARI, A., ALVES, S.J. et al. Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. In: MELLO, N.A., ASSMANN, T.S. (Eds.). **I Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil**. p.3-42. 2002.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006.
- MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: **International grassland congress**. 1952. p. 1380-1395.
- MOTT, G.O. e MOORE, J.E. 1970. Forage evaluation techniques in perspective. p. L1-L10. In: Barnes, R.F; Clanton, D.C.; Gordon, C.H.; Klopfenstein, T.J. & Waldo, D.R. (eds.) National Conference on Forage Quality Evaluation and Utilization, **Proceedings...**1969. Nebraska Center for Continuing Education, Lincoln, NE, USA. MOTT, G.O. & MOORE, J.E. 1985.
- NELSON, David L.; COX, Michael M. **Lehninger Princípios de Bioquímica**.3. ed. São Paulo: Sarvier, 955 p. 2002.
- NEUMANN, M. *et al.* Avaliação de Diferentes Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos Componentes da Planta e Silagens Produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 01, p. 302-312, 2002.
- PEDREIRA, Carlos G.S.; ROSSETO, Frederico A.A.; SILVA, Sila C.; NUSSIO, Luiz G.; MORENO, Leonardo S.B.; et al. Forage yield and grazing efficiency on rotationally stocked pastures of 'Tanzania-1' guineagrass and 'Guaçu' elephantgrass. **Scientia Agricola**, v.62, p.433-439, Piracicaba. 2005.
- PELEGRINI, L.G. **Eficiência da adubação nitrogenada na produção vegetal e a animal em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) na terminação de cordeiros**. 2008. 139p. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- PEREIRA, Juliana Reolon Pereira. **Resistência Mecânica do Solo a Penetração e Rendimento do Milho em Sistema Integração Milho-bovinos de Corte**. 2014. 70 folhas. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2014.
- PILAU, A.; ROCHA, M.G.; RESTLE, J. et al. Desenvolvimento de novilhas de corte recebendo ou não suplementação energética em pastagem hiberna sob diferentes disponibilidades de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, no prelo, 2005.
- PITTA, Christiano, S.R. **Produção de caprinos suplementados em pastagem de aveia, decomposição de resíduos e rendimento do milho em sistemas de integração lavoura-pecuária**. 2012. 109f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2010.
- RESTLE, J. et al. Produtividade animal e retorno econômico em pastagem de aveia preta mais azevém adubada com fontes de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira Zootecnia.**, v.29, n.2, p.357-364, 2000.

- RESTLE, J.; PASCOAL, L.L.; FATURI, C. et al. Efeito do grupo genético e da heterose nas características quantitativas da carcaça de vacas de descarte terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.350-362, 2002.
- RIBEIRO T. M. D. et al. Características da pastagem de azevém e produtividade de cordeiros em pastejo. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.38, n.3, p.580-587, 2009
- ROCHA, M.G. et al. Produção e qualidade da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.7-15, 2007.
- ROMAN, Juliano et al. Comportamento ingestivo e desempenho de ovinos em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) com diferentes massas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 780-788, 2007
- RUSSELL, J. B. et al. A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: I. Ruminant Fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p.3551-3561, nov. 1992.
- RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 1. **Ruminal fermentation. Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, n. 11, p. 3551- 3561, 1992.
- SANDINI, I, E. **Milho, Feijão e nitrogênio no sistema de produção integração lavoura pecuária. Tese de doutorado.** UFPR. Curitiba. 2009
- SALTON, J. C; MIELNICZUK, J. BAYER, C. et al., Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas integração lavoura-pecuária. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1349-1356, out. 2011.
- SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A. M.; HERNANI, L. C. Integração lavoura-pecuária: alternativas de rotação de culturas. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, Dourados, 2001. **Anais...** Dourados, UFMS/Embrapa-CNPAO, 2001.
- SANTOS, Manoel Eduardo Rozalino et al. Características estruturais e índice de tombamento de *Brachiaria decumbens* cv. basilisk em pastagens diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 626–634, 2009.
- SARTOR, L. R., **Eficiência de utilização de nitrogênio, fósforo e potássio por plantas Papuã submetidas a diferentes intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio.** Dissertação de mestrado. UTFPR. Pato Branco. 2009.
- SARTOR, L. R. **Atributos químicos e biológicos do solo, rendimento e valor nutritivo de grãos de milho em sistema de integração lavoura-pecuária em resposta ao nitrogênio.** Tese de Doutorado. UFPR. Curitiba. 2012.
- SILVA SOBRINHO, A.G. **Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina.** In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p.425-446.

- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and proteína availability. **Journal Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- SOARES, A.B.; RESTLE, J. Produção animal e qualidade de forragem de pastagem de triticales e azevém submetida a doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.908-917, 2002.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.edição Porto Alegre: Artmed, 2017.
- 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 Technology**, v.48, p.185-197, 1994.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crop. **Journal British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- TONETTO CJ. 2011. Produção e composição bromatológica de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. *Zootec. Trop.* 29: 169-178.
- TSAY YF, CHIU CC, TSAI CB, HO CH, HSU PK. Transportadores de nitrato e transportadores de peptídeos. **Letras FEBS**. 2007.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Washington, Cornell University Press... 476p. 1994.
- VAN SOEST, P.J., 1982. **The Nutritional Ecology of the Ruminant**. O and B Books, Corvallis, OR, p. 42.
- VAN SOEST, P.J., WINE, R.H., Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plants cell-wall constituents. **Journal Association Official Analytical Chemistry International**, v.50, p.50-55, 1967.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTS, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. Analysis of forages and fibrous foods. Ithaca: **Cornell University**, 202p. 1985.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VIANA, João Garibaldi Almeida. Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, v. 4, n. 12, p. 1-9, 2008.
- VIANA, P.T; P, A.J.V, O. L. B. et al., Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira Zootecnia** vol.41 no.2 Viçosa Feb. 2012

VOLENEC J, OURRY A, JO B. Um papel para reservas de nitrogênio no crescimento de forragem e tolerância ao estresse. **Physiologia Plantarum**. 1996; 97 : 185–193.

WEISS, W.P. Predicting energy values of feeds. **Journal Dairy Science**, v76, p.1802, 1993.

CAPITULO I

Doses de nitrogênio sobre a produção do azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e desempenho de cordeiros terminados em sistema integrado

RESUMO

Com o objetivo de implantar novas tecnologias nos sistemas agrários, muitos produtores aderem aos sistemas integrados, podendo produzir na mesma área carne, leite, lã e grãos. Para que o sistema tenha efeito positivo é ideal o manejo adequado do solo e da pastagem com adubação correta, controle da carga animal e rotação de culturas. O uso do nitrogênio na pastagem agrega valor qualitativo e tende a elevar o ganho de peso por área. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação nitrogenada em azevém (cv. Bar HQ) manejado na mesma altura de pastejo, sob o pastejo de cordeiros de corte mestiços (Corriedale x Ile de France) e os efeitos sobre o desempenho de cordeiros. O experimento foi desenvolvido na Unicentro (CEDETEG) em Guarapuava. Os tratamentos foram: quatro doses de nitrogênio na forma de ureia (46% de N) 0, 75, 150 e 225 kg N ha⁻¹ em cobertura no inverno. O método de pastejo utilizado foi contínuo com taxa de lotação variável por um período de 88 dias. Nos piquetes foram avaliadas a produção de MS da forragem acumulada, eficiência da adubação nitrogenada e recuperação de nitrogênio. As medidas de desempenho foram obtidas por meio da pesagem e avaliado o desempenho por área controlando o número de animais e a carga animal. Para cada kg de N aplicado no pasto observou-se aumentos lineares (P<0,01) de 8,94 kg ha⁻¹ de massa de forragem produzida, consequência da maior taxa de acúmulo. A oferta de forragem não apresentou diferença estatística. O ganho de peso médio dos animais não apresentou diferença sobre as doses de nitrogênio (p<0,01), porém o ganho de peso por área foi significativo, o número de animais e a carga animal por área aumentou de 2,62 kg PV ha⁻¹ obtido na dose 0 para 13,09 kg PV ha⁻¹ na dose 225, apresentando incremento de 191% da dose 0 para a dose 225 kg ha⁻¹ de N. A adubação nitrogenada teve efeito positivo sobre o pasto de azevém, elevando a qualidade do vegetal e aumentando o ganho de peso por área.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação nitrogenada, pastagem de inverno, desempenho de cordeiros.

Production and nutritional of ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) submitted to nitrogen fertilization under grazing by lambs

ABSTRACT

With the objective of implanting new technologies in the agrarian systems many producers adhere to the integrated systems being able to produce in the same area meat, milk, wool and grains. In order for the system to have a positive effect, adequate soil and pasture management with correct fertilization, animal load control and crop rotation are ideal. The use of nitrogen in the pasture adds qualitative value and tends to increase the weight gain per area. The objective of this work was to evaluate the effect of nitrogen fertilization on ryegrass (cv. Bar HQ) managed at the same time, under grazing of lambs and effects on lamb performance. The experiment was developed at Unicentro (CEDETEG) in Guarapuava. The treatments correspond to four nitrogen doses in the form of urea (46% N) 0, 75, 150 and 225 kg N ha⁻¹ in winter cover. The grazing method used was continuous with variable stocking rate, grazing lasted 88 days. Nitrogen fertilization efficiency and nitrogen recovery were evaluated. The measures of performance were obtained through weighing and evaluated the performance by area controlling the number of animals and the animal load. For each kg of N applied in the pasture, linear increases (P <0.01) of 8.94 kg ha⁻¹ of forage mass produced as a consequence of the higher accumulation rate were observed. The forage supply did not present statistical difference. The average weight gain of the animals showed no difference on the nitrogen doses (p <0.01), but the weight gain per area significantly increased the number of animals and the animal load per area increased from 2.62 kg LW ha⁻¹ obtained at dose 0 to 13.09 kg LW ha⁻¹ at dose 225 showed a 191% increase from dose 0 to dose 225. Nitrogen fertilization had a positive effect on ryegrass grass, raising quality increase the weight gain per area.

KEY WORDS: nitrogen fertilization, sheep production, winter pasture.

1. INTRODUÇÃO

O sistema de produção de carne de ovinos no Brasil é caracterizado por pastagens onde uma das fontes de nutriente provém do pastejo, tornando o sistema economicamente viável, porém a viabilidade depende do manejo do pasto, manejo do solo, adubação, controle de carga animal e qualidade de biomassa vegetal, portanto o manejo do pasto pode definir a eficiência da produção.

Os sistemas de pastejo no Brasil no período de inverno são caracterizados por períodos de entressafra forrageira, com baixa oferta de alimento para ruminantes devido à escassez na produtividade, ocasionando decréscimo no desempenho dos animais neste período. Aumentar a fertilidade do solo com adubação nitrogenada é assegurar maior produtividade a longo prazo (CONRAD et al., 2018). De acordo com Radrizzani et al. (2010), os N nas pastagens são restritos no vegetal, e devido ao pastoreio o sistema pode agravar essa situação com o enfraquecimento das reservas de nitrogênio no sistema, confirmando a importância da incorporação de nitrogênio através de fertilização.

Torna-se importante entendermos a real eficiência da adubação nitrogenada dentro do sistema, permitindo que se trabalhe com dosagens adequadas. Cada solo responde de uma forma ao nitrogênio, ou seja, alguns têm maior ciclagem de nutrientes devido ao sistema de manejo e favorecem o processo de absorção de nitrogênio. A eficiência na utilização de N é expressa como razão entre a produção (N total da planta, N de grãos, rendimento da biomassa, rendimento de grãos) e do insumo (N-fertilizante aplicado).

Para garantir bom desempenho dos animais no sistema, somente a adubação nitrogenada no pasto não é suficiente. A escolha da pastagem a ser implantada se torna importante devido às condições de clima, de modo que a pastagem deve apresentar alto potencial de produção de massa verde e de boa qualidade, para que torne possível dentro do período de pastejo aumentar o número de animais por área e tornar o sistema economicamente viável.

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma das principais espécies forrageiras que se encaixam em sistemas de pastejo no inverno. O cultivar Bar HQ é um tetraploide anual (SANTOS, 2017), destaque em produção de MS e elevado teor de PB, porém muito pouco se sabe sobre o cultivar pastejado por ovinos recebendo adubação nitrogenada. Considerando a necessidade de maior entendimento do azevém como fonte exclusiva na

alimentação de ovinos e suas respostas de desempenho perante a adubação nitrogenada, o presente trabalho tem como objetivo determinar os efeitos do nitrogênio sobre a massa de forragem, taxa de acúmulo, capacidade de suporte, composição bromatológica, ganho de peso vivo de cordeiros por hectare e eficiência e recuperação de nitrogênio vinda da adubação nitrogenada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido na cidade de Guarapuava, Paraná. A área experimental está localizada na região fisiográfica denominada Terceiro Planalto Paranaense, tendo coordenadas geográficas de 25 ° 33 ' latitude Sul e 51 ° 29 ' longitude Oeste, e altitude de 1098 m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno Distroférrico típico de textura argilosa (0,624 kg kg⁻¹ de argila, 0,311 kg kg⁻¹ de silte e 0,080 kg kg⁻¹ de areia) (EMBRAPA, 2007).

O Clima da região é subtropical mesotérmico úmido, Cfb segundo classificação de Köppen, com temperatura média anual nos meses mais quentes inferior a 23,5°C e nos meses mais frios inferior a 12,7°C (ALVARES et al., 2013). A precipitação pluviométrica e temperatura durante o decorrer do experimento estão apresentados na figura 1.

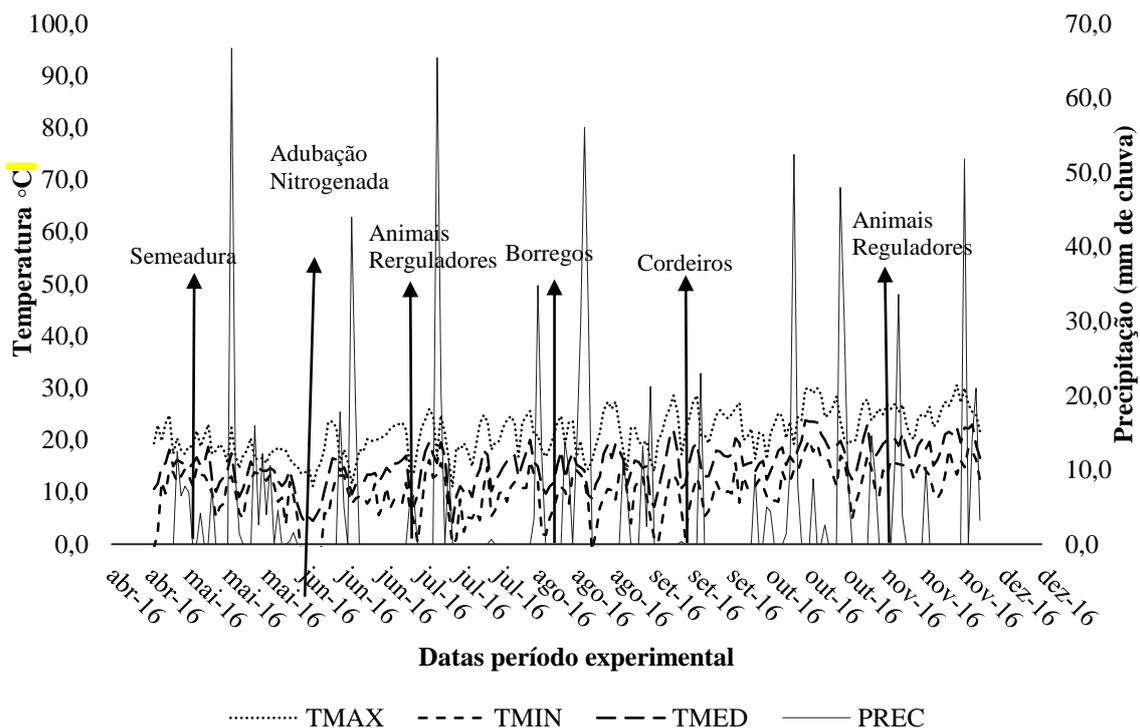


Figura 1. Dados de temperatura e precipitação durante o período experimental – abril a novembro de 2016 - Guarapuava - PR.

2.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso composto por quatro tratamentos doses de nitrogênio (0, 75, 150 e 225 kg N ha⁻¹) com três repetições onde a repetição era representada por um piquete em esquema fatorial 4x4 sendo quatro doses de nitrogênio e 4 períodos de corte. A área experimental apresenta 3 hectares e foi dividida em 12 piquetes de tamanho uniforme (2.000m²). A adubação nitrogenada foi realizada na forma de Ureia (46% de N) após a emergência, no momento do perfilhamento do azevém.

2.3 Duração e condução do experimento

Neste sistema, o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) cultivar Bar HQ foi semeado em meados de maio de 2016. A pastagem de inverno foi semeada na densidade de 70 kg ha⁻¹ de sementes viáveis. A semeadura foi feita em plantio direto com espaçamento 0,17 m. A adubação de base foi realizada no momento da semeadura do

azevém com a utilização de 250 kg ha⁻¹ do formulado 0-20-20 (N,P₂O₅,K₂O) em cobertura usando critérios da análise de solo realizada na UNICENTRO, com amostragem de 0-20cm. O solo apresentava as seguintes características químicas: pH (CaCl₂): 4,65; Matéria Orgânica: 39,04g dm⁻³; P-Mehlich: 2,23mg dm⁻³; K⁺: 0,45cmolc dm⁻³; Ca⁺²: 2,95cmolc dm⁻³; Mg⁺²: 1,69cmolc dm⁻³; Al⁺³: 0,17cmolc dm⁻³; H+Al: 5,47cmolc dm⁻³.

Os animais utilizados no experimento foram separados em três categorias. O pastejo iniciou no dia 01 de julho por 36 matrizes mestiças Texel e Ile de France no terço final da gestação com peso médio de 70 kg, sem ser realizada avaliação animal, sendo considerada as matrizes como animais reguladores. Neste experimento não foram realizadas avaliações de desempenho nas matrizes. No dia 01 de agosto, foram alojados os 17 borregos com peso médio de 30,8kg provenientes do cruzamento das raças Corriedale x Ile de France, onde permaneceram por 43 dias. Após a saída, dos borregos, entraram 14 cordeiros cruzados Corriedale x Ile de France com 14kg de média e permaneceram por mais 45 dias, totalizando 88 dias de avaliação de desempenho nos borregos e cordeiros, sendo que após a saída dos animais, retornaram os animais reguladores para a área experimental. A utilização dos animais foi aprovada pelo Comitê de Ética em uso de Animais (CEUA) sob o protocolo número 018/2016.

O período com a utilização da pastagem de azevém, contando com os animais reguladores, teve a duração de 188 dias entre a emergência e saída dos animais, ou seja, 88 dias de pastejo para cordeiros e borregos e 100 dias para os animais reguladores.

Antecedendo a pastagem de azevém estava a cultura do milho com período entre semeadura e colheita de 190 dias, característico do clima da região. O azevém foi semeado em meados de abril e permaneceu no sistema até novembro quando foi semeado a cultura do feijão.

O fornecimento de sal e de água foi realizado em cochos com livre acesso aos animais. Todos os animais foram vermifugados com ivermectina e pesados em jejum de sólidos de 14 horas, antes de entrar na área experimental.

O método de pastejo foi realizado sob lotação contínua com taxa de lotação variável, mantendo-se os animais “testes” e de cada tratamento nos piquetes e utilizando animais reguladores para ajustar a lotação, segundo a técnica *put and take* (MOTT e LUCAS, 1952). Os ajustes de carga foram realizados a cada 21 dias, procurando-se manter a oferta de massa de forragem verde de 1.500kg ha⁻¹ de MS, entre altura de 14 e 15 cm (FREITAS, 2003).

2.4 Análise das variáveis

2.4.1 Avaliação Animal

A avaliação de desempenho animal compreendeu 88 dias (43 dias borregos e 45 dias cordeiros). Os animais foram pesados utilizando balança de precisão de 100g, em intervalos de 14 dias, com o objetivo de obter o ganho médio diário (GMD), totalizando seis períodos de pesagens, três períodos para os borregos e três períodos para os cordeiros.

A carga animal (kg PV ha^{-1}) foi obtida pelo cálculo entre a soma do peso médio dos animais testes mais o peso dos animais reguladores, multiplicado pelo número de dias que permaneceram em pastejo, e em seguida o resultado foi dividido pelo número de dias do período de pastejo.

2.4.2 Avaliação na pastagem

Na pastagem foram avaliadas a produção de matéria seca total acumulada, taxa de acúmulo, oferta de forragem, análises bromatológicas, eficiência e recuperação de nitrogênio (N).

2.4.2.1 Produção total de matéria seca, produção acumulada, taxa de acúmulo diário e oferta de forragem

Foi avaliada na pastagem a massa total de forragem dos tratamentos, sendo considerados taxa de acúmulo e taxa de crescimento protegida por gaiolas em triplo emparelhamento. Para a avaliação da oferta inicial de matéria seca (MS) foram realizados corte da forragem áreas representativas de $0,25 \text{ m}^2$, determinando a MS por hectare. As amostras das gaiolas foram obtidas para avaliação da taxa de acúmulo diário e da taxa de desaparecimento da matéria seca, realizada a cada 21 dias.

Para a obtenção da MS da pastagem foi seguida a técnica de dupla amostragem descrita por Gardner (1986). Em cada unidade experimental 5 amostras foram cortadas rente ao solo ($0,5 \text{ m}^2/\text{amostra}$) e 15 avaliadas visualmente para estimar a disponibilidade de MS.

A produção total de MS foi obtida pelo somatório das produções dos períodos de avaliação (taxa de acumulação x n° de dias), no momento de entrada dos animais na pastagem. O teor de MS acumulada foi o somatório do primeiro com o segundo período até o último período.

O acúmulo de matéria seca por hectare, durante cada período de avaliação, usou a equação abaixo:

$$\text{MS total no período} = \sum [G_j - F(j-1)]$$

onde:

G_j = kg de MS.ha⁻¹ dentro das gaiolas na amostragem j;

$F(j-1)$ = kg de MS.ha⁻¹ fora das gaiolas na amostragem j-1 (Resíduo)

Para o cálculo da produção total de matéria seca (todo o período experimental), à produção inicial da mesma foi adicionada a produção parcial de cada períodos de avaliação.

As amostras das gaiolas foram obtidas para avaliação da taxa de acúmulo diário de MS e da taxa de desaparecimento da matéria seca, utilizando-se gaiolas de exclusão ao pastejo pela técnica de dupla amostragem.

Para a taxa de acúmulo de MS, expressa em kg de MS ha dia⁻¹, utilizou a equação de Campbell (1966), conforme abaixo demonstrado:

$$T_j = G_i - F(i-1)/n$$

onde:

T_j = taxa de acúmulo diário no período j;

G_i = kg de MS.ha⁻¹ dentro das gaiolas no instante i;

$F(i-1)$ = kg de MS.ha⁻¹ fora das gaiolas no instante i-1;

n = número de dias do período j.

A oferta média de MS em kg 100 kg⁻¹ de peso vivo foi calculada com o emprego da equação abaixo:

Oferta de Forragem = (Kg de MS ha dia⁻¹ x 100) / kg peso vivo.ha⁻¹ médio no período.

2.4.2.2 Eficiência e recuperação de nitrogênio (N)

A eficiência de adubação nitrogenada na produção de MS (kg de MS kg⁻¹ de N aplicado) foi calculada como se o solo contribuísse de maneira uniforme perante os

tratamentos com nitrogênio e sem nitrogênio. O resultado da subtração foi dividido pela quantidade de nitrogênio aplicado nos tratamentos em cobertura.

Também foi calculada a eficiência de adubação sem descontar a produção obtida no tratamento 0, considerando o N contido no solo. O cálculo do N absorvido pela pastagem foi feito por meio da multiplicação da produção de MS pelo teor de nitrogênio analisado na forragem correspondente a cada período de pastejo e tratamento.

A quantidade acumulada e total de N absorvido pela parte aérea das plantas foi obtida pelos somatórios analisados em cada período.

A recuperação do nitrogênio foi calculada conforme a seguinte equação:

$$RN (\%) = \frac{(NCT - NST)}{DN} \times 100$$

Onde:

RN (%) = Recuperação do nitrogênio;

NCT = N total absorvido com aplicação de N (kg ha^{-1});

NST = N total absorvido sem aplicação nitrogenada (kg ha^{-1});

DN = Dose de N usado (kg ha^{-1}).

Nesse caso, também foram calculadas a recuperação de N pela pastagem de azevém, descontando a produção de N do tratamento 0 e sem descontar, visando observar prováveis variações na absorção de N pelas plantas conforme as doses de nitrogênio.

2.5 Modelo estatístico e análise estatística

O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + B_j + R_l(N*B)_{ij} + P_k + (N*P)_{ik} + e_{ijkl}$$

Onde: μ é a média geral; Y_{ijk} variáveis-dependentes; N_i efeito da dose de nitrogênio (N) de ordem "i", sendo 1 = dose 0 kg ha de N, 2 = dose 75 kg ha de N, 3 = dose 150 kg ha de N e 4 = dose 225 kg/ha de N; B_j o efeito de bloco; P_k efeito do período de pastejo; $(N*P)_{ik}$ efeito da interação entre a i-ésima dose de N com o k-ésimo período de pastejo; e_{ijkl} efeito aleatório residual (Erro b).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade utilizando o software SAS 9.4. Uma vez comprovada, os resultados foram submetidos à análise de variância pelo

teste F a um nível de significância de 1%. Para os resultados de efeito quantitativo, foram feitos estudos de regressão considerando o maior grau significativo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estão apresentados de forma resumida os valores de p obtidos na análise de variância (tabela 1). Houve interação ($P < 0,01$) doses*períodos para todas as variáveis avaliadas, exceto para oferta de forragem, que teve efeito isolado para o período. A partir dos resultados encontrados na análise de variância, é possível identificar o efeito dos períodos e das doses de nitrogênio sobre o pasto de azevém.

Tabela 1. p-Valor relativos aos efeitos das doses de nitrogênio, períodos de corte e interação Dose de N*Período sobre os parâmetros produtivos da pastagem Azevém sob pastejo. Guarapuava 2016.

Variáveis (g/kg MS)	Doses de N	Período	Interação
Produção Vegetal			
Taxa de acúmulo	<.0001	<.0001	0.0003
Carga Animal Total	<.0001	0,0108	0,0023
Massa de Forragem	<.0001	<.0001	0.0001
Oferta de forragem	0,0679	0,0051	0,976

A produção total de matéria seca (MS) (tabela 2) obtida pelo somatório da produção de forragem do primeiro com o segundo período e assim sucessivamente até o último período é o resultado dos acúmulos diários durante todo o período experimental de 188 dias.

Tabela 2. Produção total de matéria seca (kg ha^{-1}) durante o período de utilização da área com pastagem de azevém, sob pastejo contínuo de cordeiros de corte, em função das doses de nitrogênio. Guarapuava 2016.

Períodos	Equação de regressão	p-valor
Animais reguladores	$y = 1389,87 + 3,72959x$	0,0032
Animais reguladores	$y = 1045,65 + 6,62677x$	0,0007
Período 1 Borregos	$y = 1133 + 0,0369591x$	0,0051
Período 2 Borregos	$y = 777,243 + 5,17467x$	0,0042
Período 3 Cordeiros	$y = 1065,31 + 6,63311x$	0,0006
Período 4 Cordeiros	$y = 661,482 + 16,7715x$;	0,0001
Animais reguladores	$y = 881,132 + 8,22295x$.	0,0009

O comportamento da produção de MS total assemelhou-se à taxa de acúmulo durante os períodos de pastejo, apresentando resposta linear positiva sobre a fertilização nitrogenada, sendo que a cada kg de N aplicado 86,22 kg ha⁻¹ de MS foi produzido no total. A produção respondeu linearmente de forma positiva às doses de nitrogênio dentro de cada período de pastejo. A produção média geral observada foi 6286,73, 12274,8, 15878,3 e 18682,4 kg ha⁻¹ para as doses 0,75,150 e 225, respectivamente, sendo superior em 95,2%, 152,5%, e 197,17% em relação às áreas de adubação nitrogenada.

A elevada produtividade na dose 0 deve-se ao manejo do solo, visto que a área vem sendo manejada sob sistema ILP a mais de 10 anos. Além disso, as condições climáticas foram favoráveis à produção de Azevém no oeste do Paraná, prolongando a permanência da pastagem na área.

A produção de MS acumulada está ligada com o nível de oferta de forragem, taxa de acúmulo, altura de corte e produção de massa de forragem. Neste sistema se preconiza uma oferta de forragem entre 12 e 15% em relação ao peso vivo (SAVIAN et al., 2018), e uma altura de corte de 20cm (KUNRATH et al., 2014). Segundo Almeida et al. (2015), a oferta que permite o melhor desempenho animal para pastagens como o azevém é aquela que oferece de 3 a 4 vezes o potencial de consumo do animal, mantendo equilibrada a taxa de lotação *versus* oferta de forragem, a fim de evitar baixo desempenho animal e garantir um maior ganho de peso individual, além de problemas relacionados à compactação do solo. Neste trabalho, a oferta de forragem não foi significativa para os tratamentos, mantendo uma média de oferta entre todos os tratamentos de 20%, valor esse acima do estipulado por Almeida et al. (2015).

Junto aos dados de produtividade devem ser discutidos os valores de taxa de acúmulo (figura 2) para os períodos de pastejo com borregos e cordeiros (1, 2, 3 e 4). A taxa de acúmulo foi afetada positivamente pela adubação nitrogenada, não havendo ponto de inserção até a dose de 225kg ha⁻¹ de N. Observou-se nos 88 dias de pastejo taxa de acúmulo para pastagem de 76,94, 73,63, 88,91 e 112,74 kg ha⁻¹ para a dose 0, 75, 150 e 225kg ha⁻¹ de N respectivamente, sendo que a máxima dose aplicada proporcionou melhores taxas de acúmulo de MS diária para este trabalho.

Obeve-se aumento na taxa de acúmulo no quarto período (0,7623 kg dia MS ha⁻¹) com as doses crescentes empregadas. Segundo Soares e Restle (2002), o aumento na taxa de acúmulo junto com a massa de forragem permite aumentar a capacidade de suporte da forrageira, fazendo com que o sistema seja mais lucrativo em ganho de peso

por área. A massa de forragem se comportou da mesma maneira, pois é o resultado da taxa de acúmulo pelo número de dias de cada período.

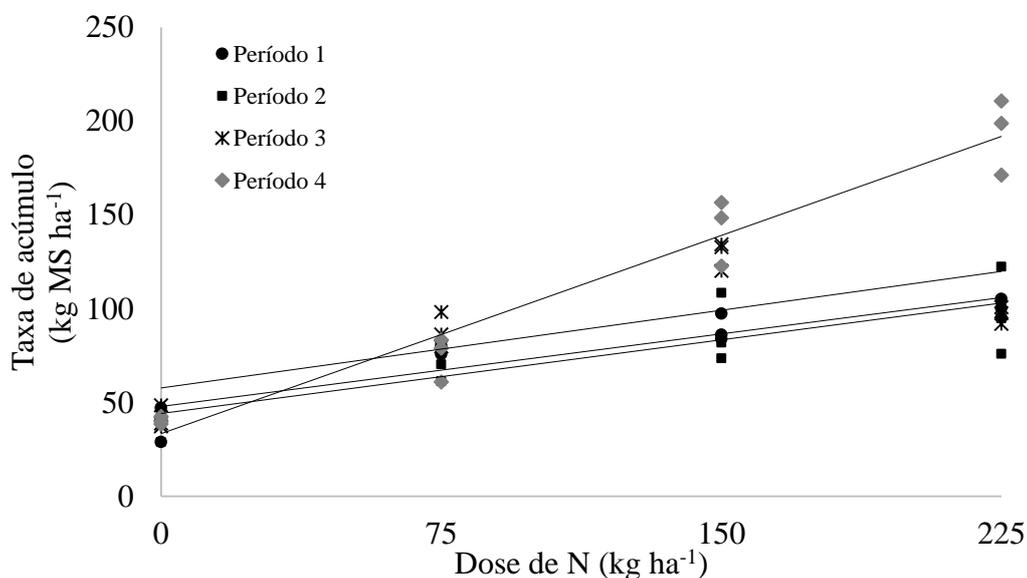


Figura 2. Taxa de acúmulo (kg MS ha^{-1}) da pastagem de azevém, sob pastejo contínuo em função das diferentes doses de nitrogênio. ● $y = 47,903 + 0,2582x$ ($R^2 = 0,8279$); ■ $y = 44,241 + 0,2612x$ ($R^2 = 0,6995$); ✱ $y = 53,26547 + 0,33166x$ ($R^2 = 0,5266$); ◆ $y = 30,06735 + 0,76234x$ ($R^2 = 0,9468$).

Os valores acrescido encontrado no quarto período pode ser resultado da temperatura, neste período (novembro) houve aumento de temperatura o que reflete diretamente na taxa de acúmulo e produção de massa de forragem devido ao maior desenvolvimento de perfilhos.

Em relação à massa de forragem, encontrou-se efeito linear crescente (figura 3), entre os tratamentos, sendo que a média geral foi de 856,45, 1737,65, 2408,90 e 2870,71 kg MS ha^{-1} respectivamente. A aplicação de nitrogênio resultou em um acréscimo de 102,8%, 181,23% e 235,18% de massa de forragem em relação à dose 0, mostrando que o nitrogênio aumentou a disponibilidade de forragem. Esse acréscimo na produção de MS acumulada e produção de massa de forragem se deve à assimilação da planta pelos compostos nitrogenados e com o carbono (LEMAIRE, 1991) para o crescimento do vegetal. Neste caso, a adição de nitrogênio fez com que a pastagem de azevém depositasse maior número de folhas, proporcionado assim uma maior massa de forragem.

Os animais (borregos e cordeiros) iniciaram o pastejo com a massa de forragem atingindo 2154,52 kg ha^{-1} de média total no primeiro período. Almeida et al. (2015) e Floss et al. (2001) recomendam o início do pastejo com 1.500 a 1.600 kg de MS ha^{-1} para

bom rendimento e favorecimento do solo. Quantrim et al. (2015), avaliando crescentes doses de nitrogênio em pastagem de azevém, obtiveram a produção máxima de 1.928kg ha⁻¹, valores semelhantes ao encontrado neste trabalho entre as doses 75 e 150kg N ha⁻¹.

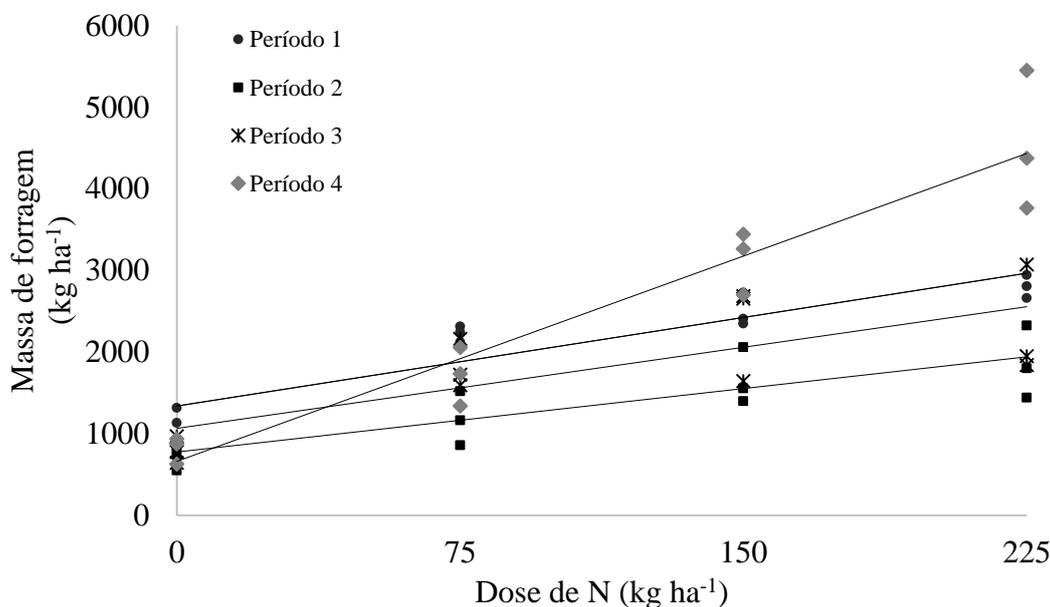


Figura 3. Massa de forragem (kg ha⁻¹) da pastagem de azevém, sob pastejo contínuo em função das diferentes doses de nitrogênio. ● $y = 1341,28 + 7,22x$ ($R^2 = 0,8279$); ■ $y = 777,24263 + 5,17467x$ ($R^2 = 0,7198$); ✕ $y = 1065,30950 + 6,63311x$ ($R^2 = 0,7103$); ◆ $y = 661,48174 + 16,77148x$ ($R^2 = 0,9117$).

O tratamento com a dose 0 de N apresentou massa de forragem abaixo do recomendado para o início do pastejo. Essa variação na massa se deve à alta massa de forragem obtida no início do experimento, quando ainda estavam em pastejo os animais reguladores que iniciaram o pastejo com massa de forragem inicial de 1809,45 kg de MS ha⁻¹. Neste trabalho, a massa de forragem respondeu até 225kg N ha⁻¹, mas nota-se que o nitrogênio acrescentou massa de forragem inicial para as quatro doses estudadas, porém com o passar dos períodos de pastejo as áreas que não receberam adubação nitrogenada apresentaram menor produção, partindo de 1087,76 para 813,70 kg ha⁻¹. A adubação nitrogenada incrementou 8,95kg ha⁻¹ de massa de forragem para cada kg de N aplicado.

Nota-se que entre os períodos houve oscilações nos valores referentes à massa de forragem, sendo que as médias encontradas são de 2154,52, 1359,39, 1811,53 e 2548,27kg ha⁻¹ para os períodos 1, 2, 3 e 4 de pastejo, elevando a massa no quarto período com incremento de 16,77 kg ha⁻¹ por cada kg de N ha⁻¹ aplicado. Bryant et al. (2012) avaliando doses baixas de N na pastagem de azevém (0 e 25kg de N) obtiveram aumento

na produção de massa de forragem, encontrando um incremento de 2541 para 2772 kg MS ha⁻¹ para as respectivas doses.

A massa de forragem e a taxa de acúmulo obtidas neste experimento contando entrada dos animais reguladores, borregos, cordeiros e reguladores novamente possibilitou uma antecipação no pastejo, bem como um prolongamento no período de utilização da pastagem de 188 dias. Considerando a adubação nitrogenada e o sistema ILP o mesmo trouxe benefícios em relação à massa de forragem e ao crescimento de pastagem.

A carga animal total apresentou interação doses*períodos (p<0,01) se ajustando ao modelo de regressão linear (tabela 3), e com a adubação nitrogenada foi possível aumentar a carga animal da área para todos os períodos (figura 4). Neste estudo a adubação nitrogenada possibilitou trabalhar com uma carga de 1224,99 até 2386,25 kg PV ha⁻¹ para as respectivas doses de N. Quatrim et al. (2015) encontraram 1494kg PV ha⁻¹ na dose 150kg N ha⁻¹. Porém, para os tratamentos com ausência de nitrogênio apresentaram uma redução na carga de 1032,05 para 203,28 kg PV ha⁻¹ do período 1 para o 4, ou seja, com o decorrer do experimento foi necessária diminuição no número de animais, resultando em menor produção (kg animal ha⁻¹). Para os demais tratamentos, houve aumento de carga animal, para a dose 225 kg N ha⁻¹ obteve-se um acréscimo de 1618,94 para 2984,82 kg PV ha⁻¹ do primeiro para o quarto período, elevando 84% a carga animal.

Tabela 3. Valores referentes a carga animal seguidas das médias de doses e períodos e seus valores de p para efeitos lineares (L) e quadráticos (Q) em pastagem de azevém recebendo crescentes doses de nitrogênio pastejada por cordeiros de corte. Guarapuava 2016.

Períodos	Estatística	0	75	150	225	Média período	P valor	
							L	Q
1	Média	1032	1269,8	1515,92	1618,95	1005,26	0.0010	0.5205
	*EP	139	101,98	76,54	97,8			
2	Média	889,57	1319,2	1720,62	1686,07	1403,86	0.0028	0.1531
	*EP	177,66	151,18	130,65	154,61			
3	Média	715,9	1061,73	1596,99	1986,76	1340,34	<.0001	0.8885
	*EP	156,89	189,11	124,66	160,41			
4	Média	203,28	1438,4	2917,75	2984,82	1886,06	0.0013	0.2624
	*EP	32,08	79,72	811,82	582,08			
	Média	710,2	1272,28	1937,82	1715,23			

Valores expressos em kg PV ha⁻¹ p valor: nível de significância $\alpha < 0,01$, *EP, erro padrão da média

Ao acompanharmos o comportamento da massa de forragem elevado no quarto período de avaliação, observamos que a carga animal acompanhou o crescimento, possibilitando maior ganho animal por área devido à maior capacidade de suporte da área para pastejo. Dentro das doses de nitrogênio houve um acréscimo de 79,14%, 172,85%, 191,34% para as doses 75, 150 e 225 kg N ha⁻¹ em relação à dose 0.

A adubação nitrogenada incrementou 2,67, 3,72, 5,79 e 13,09 kg PV ha⁻¹ (figura 4) para as doses 0, 75, 150 e 225 kg N ha⁻¹. No total, para cada kg de N aplicado obteve-se um acréscimo de 6,32 kg PV ha⁻¹.

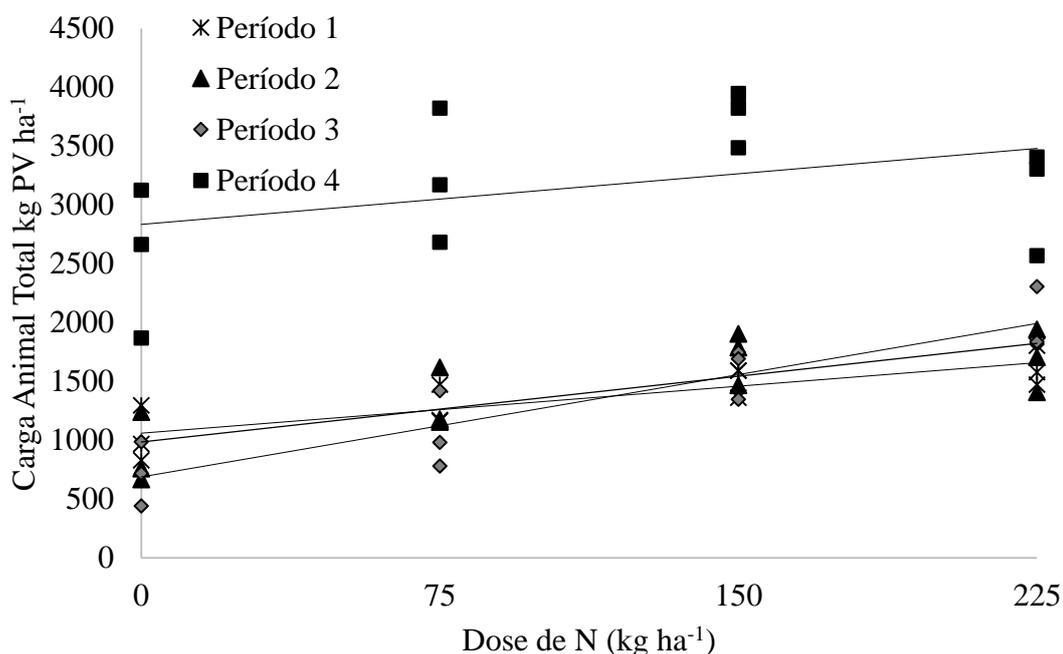


Figura 4. Carga Animal total (kg PV ha⁻¹) na pastagem de azevém sob pastejo contínuo de cordeiros recebendo crescentes doses de nitrogênio. P1 $y = 1058,16 + 2,67x$ ($R^2 = 0,6775$); P2 $y = 985 + 3,72x$ ($R^2 = 0,6062$); P3 $y = 688,17 + 5,79x$ ($R^2 = 0,8186$); P4 $y = 412,47 + 13,09x$ ($R^2 = 0,6597$).

Todas as variáveis de desempenho foram influenciadas pelas doses de N (tabela 4) para borregos e cordeiros.

Tabela 4. p-Valor relativos aos efeitos das doses de nitrogênio, sobre o desempenho de cordeiros de corte. Guarapuava 2016.

Borregos	P valor			
	0	75	150	225
Ganho de Peso	0.0020	<.0001	<.0001	<.0001
Ganho de Peso Médio	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Cordeiros	P valor			
Ganho de Peso	0.0046	0.0031	<.0001	<.0001
Ganho de Peso Médio	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Ganho de peso por área (kg ha⁻¹); ganho de peso médio diário (kg animal dia);

O ganho de peso por área (ha⁻¹) se encaixou ao modelo de regressão linear crescente ($P < 0.01$) (tabela 5) para as duas categorias, ganhando 1,27kg ha⁻¹ para cada kg de N aplicado para os borregos, sendo que a categoria borregos possibilitou um ganho de 73,75%, 116,30% e 114,13% em relação ao tratamento sem adubação nitrogenada.

Os cordeiros obtiveram um acréscimo de 1,12kg ha⁻¹ para cada kg de N aplicado para a categoria cordeiros mostrando 50,89%, 167,03% e 199,6% quando comparados a dose 0 de N. Os resultados de produtividade animal por área acompanham os resultados obtidos na produção de massa de forragem.

Mesmo a pastagem apresentando boa qualidade nutricional, os animais não obtiveram diferenças sobre os tratamentos para o ganho individual, apresentando média 0,258kg dia para borregos e 0,312kg dia para os cordeiros. Foi observado neste trabalho que o GMD não apresentou diferença entre as doses de nitrogênio, porém o ganho de peso por área foi maior para as duas categorias, sendo que o aumento no GP está relacionado com a maior produtividade no sistema, o que nos possibilitou aumentar a carga animal no decorrer do experimento.

Tabela 5. Médias, erro padrão, valor de P e equação de regressão das variáveis de desempenho animal de borregos e cordeiros em pastejo contínuo de azevém recebendo crescentes doses de nitrogênio.

Variáveis Borregos 43 dias	Dose de N				P Valor		Equação de Regressão
	0	75	150	225	L	Q	
GP	249,0	432,8	538,8	533,3	0.0041	0.1034	$Y = 294,69 + 1,27x$
	23,55	62,59	66,18	58,08			
GMD	0,228	0,274	0,270	0,258	0.3168	0.1193	$y = y$
	0,01	0,02	0,01	0,01			
CT	960,8	1294,5	1618,2	1652,5	0.0014	0.2397	$Y = 1021,69504 + 3,19847x$
	154,4	126,5	102,7	106,1			

Variáveis Cordeiros 45 dias	Dose de N				P Valor		Equação de Regressão
	0	75	150	225	L	Q	
GP	117,9	177,9	314,9	353,3	0.0009	0.8043	$Y = 114,56 + 1,1245x$
	29,24	40,13	45,48	52,41			
GMD	0,299	0,303	0,329	0,315	0.6118	0.7843	$y = y$
	0,02	0,02	0,03	0,04			
CT	374,1	1313,8	2477,5	2652,1	0.0004	0.2884	$Y = 504,37304 + 10,66477x$
	72,1	102,9	574,7	363,3			

GP, ganho de peso por área (kg ha⁻¹); GMD, ganho de peso médio diário (kg animal dia); CT carga total referente a cada categoria animal (kg PV ha⁻¹).

Nota-se neste trabalho que as doses de N foram absorvidas pela pastagem de azevém, resultando em acréscimos nos índices de produção, com isso torna-se necessário saber a real eficiência na utilização do nitrogênio aplicado via adubação.

Quando calculamos a eficiência descontando a produção de massa obtida na dose 0, aumento das doses se diminui a eficiência para cada kg de N aplicado no solo (tabela 6). Houve diminuição na eficiência da adubação nitrogenada, ou seja, no desenvolvimento da planta ela pode ultrapassar a capacidade de absorção de nutriente. A dose 75kg ha⁻¹ de N obteve a melhor eficiência de 11,41kg MS para 7,87kg MS por kg de N aplicado, o que caracteriza perdas de nitrogênio e limitação na absorção nas maiores doses.

Tabela 6. Eficiência da utilização de nitrogênio (kg de MS produzida kg⁻¹ por kg de N) aplicado na pastagem de Azevém submetido a doses de nitrogênio. Guarapuava 2016.

Dose de N	Eficiência ¹	Eficiência ²
75	94,79	11,41
150	58,58	9,13
225	44,05	7,87

¹Calculada sem descontar a produção do tratamento sem N

²Calculada descontando a produção do tratamento sem N

Valores para taxa de recuperação de N podem exceder a 100% (DOUGHERTY & RHYKERD, 1985). Valores de recuperação de N (tabela 7) mostram que a recuperação foi acima de 100% a partir do tratamento 75 kg ha⁻¹ de N. Neste trabalho variou de 90,46% a 184,09% de recuperação, e as elevadas taxas na forragem demonstram que boa parte do N aplicado pode contribuir com a mineralização da matéria orgânica do solo (HERINGER e MOOJEN, 2002), caracterizando alta fertilidade e disponibilidade de nutrientes no sistema. Para a dose 75kg ha⁻¹ de N houve uma produção líquida de N de 71,96 kg de N por ha⁻¹, ou seja, quase o dobro daquilo que foi fornecido via adubação nitrogenada. As altas taxas de recuperação de N estão associadas à deposição de matéria orgânica no solo neste trabalho oriundo do sistema ILP.

Quando se considera toda recuperação de nitrogênio sem descontar o que o sistema já está fornecendo, a taxa diminui com as doses de nitrogênio e essa diferença entre os cálculos descontando o N do solo caracteriza uma maior mineralização de N da área.

Tabela 7. Produção Total de MS, produção de N, e recuperação de N na pastagem de Azevém submetida a crescentes doses de nitrogênio.

	Produção Total (kg de MS ha ⁻¹)	Produção de N (kg ha ⁻¹)	Produção líquida (Kg de N ha ⁻¹)	Recuperação de N¹ (%)	Recuperação de N² (%)
0	6.286,73 ^d	57,52 ^d			
75	12.274,80 ^c	129,48 ^c	71,96 ^c	185,59 ^a	306,20 ^a
150	15.878,28 ^b	227,76 ^b	170,24 ^b	195,56 ^a	255,87 ^{ab}
225	18.682,42 ^a	308,76 ^a	251,23 ^a	184,09 ^a	224,30 ^b

¹Descontando a produção do tratamento sem N.

²Sem descontar a produção do tratamento sem N.

Letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

A adubação nitrogenada é recomendada no pasto de azevém, apresentando melhoras na produtividade animal por área, otimizando a área com maior número de cordeiros terminados em sistema integração lavoura pecuária devido ao acréscimo de massa de forragem. A maior dose de nitrogênio aplicada pode ser recomendada pois elevou os valores nutricionais da forragem do Azevém.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L. C. et al. Capítulo 4-Dinâmica da emissão de gases do efeito estufa na produção animal e aspectos mitigadores no sistema agropecuário pelo monitoramento do perfil metabólico animal. **Tópicos especiais em Ciência Animal III**, p. 51, 2015.
- ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013.
- ANKOM^{XT15} Extraction System. Operator's Manual. ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, EUA.32p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. AOAC 2002.04: Amylase-Treated Neutral Detergente 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.
- BRYANT, R.H., GREGORINIB, P., EDWARDS, G.R. Effects of N fertilization, leaf appearance and time of day on N fractionation and chemical composition of Loliumperenne cultivars in spring **Animal Feed Science and Technology** 173 (2012) 210– 219. 2012.
- CONRAD, K.A.; DALAL, R.C.; DALZELL, S. A. et al. Soil nitrogen status and turnover in subtropical leucaena-grass pastures as quantified by $\delta^{15}\text{N}$ natural abundance. **Geoderma**, 126-134. 2018.
- DOUGHERTY, C.T.; RHYKERD, C.L. The role of nitrogen in forage-animal production. In: HEATH, M.E.; BARNES, R.F.; METCALFE, D.S. (Eds.). **Forages: the science of grassland agriculture**. 4.ed. Ames : Iowa State University, p.318-325. 1985.
- FLOSS EL, VÉRAS AL, FORCELINI CA, GOELLNER C, GUTKOSKI LC, GRANDO MF, BOLLER W (2007) Programa de pesquisa de aveia da UPF “30 anos de atividades – 1977-2007”. 2007.
- FREITAS, T.M.S. **Dinâmica da produção de forragem, comportamento ingestivo e produção de ovelhas Ile de France em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em resposta a doses de nitrogênio**. 2003. 114f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- HERINGER, I.; e MOOJEN, E.L. Potencial produtivo, alterações da estrutura e qualidade da pastagem de milheto submetida a diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira Zootecnia**, vol.31, n.2, 2002.
- JUNIOR, G.G.; EUSTÁQUI DE SÁ, M. e MURAISHI, C.T. Adubação nitrogenada no feijoeiro em sistema de semeadura direta e preparo convencional do solo e

- preparo convencional do solo. **Acta Science Agronomy**. Maringá, v. 30, supl., p. 673-680, 2008.
- KUNRATH, T.R., CADENAZZI, M., BRAMBILLA, D.M., ANGHINONI, I., MORAES, A., BARRO, R.S., CARVALHO P. C. F. Management targets for continuously stocked mixed oat annual ryegrass pasture in a no-till integrated crop-livestock system. **Europe Journal Agronomy**. 57, 71–76, 2014.
- LEMAIRE, G. Physiologie des graminé es fourragères: croissance. **Technology Agriculture**, n.220, p.3-18, 1991.
- 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.
- MOTT, G.O., LUCAS, H.L. The desing, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6, 1952, Pennsylvania. **Proceedings...** Pennsylvania: State College Press, 1952. p.1380-1385.
- PELEGRINI, A.; SILVA, D. A. S.; PETROSKI, E. L.; GLANER, M. F. Estado nutricional e fatores associados em escolares domiciliados na área rural e urbana. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 5, p. 839-46, 2010.
- QUATRIM, M.P.; OLIVO, C.J.; AGNOLIN, et al. Efeito da adubação nitrogenada na produção de forragem, teor de proteína bruta e taxa de lotação em pastagens de azevém. **Boletim de Indústria Animal**, v.72, n.1, p. 21-26, 2015
- RADRIZZANI, M. SHELTON, SA DALZELL. Response of Leucaena leucocephala pastures to phosphorus and sulfur application in Queensland. **Animal Production Science**, 50, pp. 961 – 975. 2010.
- SAVIAN, J.V.; SCHONS, R.M.T.; MARCHI, D.E. et al. Rotatinuous stocking: a grazing management innovation that has high potential to mitigate methane emissions by sheep, **Journal of Cleaner Production**, 2018.
- SOARES, A.B.; RESTLE, J.; ROSO, C. Dinâmica, qualidade, produção e custo de produção de forragem em pastagem de aveia preta mais azevém, adubada com fontes de nitrogênio. **Ciência Rural**, v.31, n.1, p.117-122, 2001.
- VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, n.3, p.834-844, 1965.

CAPÍTULO II

Composição bromatológica e fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados do azevém recebendo crescentes doses de nitrogênio sob pastejo de cordeiros

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química do Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) cv. BAR HQ submetido a crescentes níveis de adubação nitrogenada sob pastejo de cordeiros de corte. O experimento foi desenvolvido na Unicentro (CEDETEG) em Guarapuava. Os tratamentos correspondem a quatro doses de nitrogênio aplicado de uma única vez nas doses 0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de N em cobertura no inverno. O método de pastejo utilizado é contínuo com taxa de lotação variável, e o pastejo durou 88 dias. As variáveis nutricionais da pastagem foram obtidas após a coleta do material e posteriormente levada ao laboratório de bromatologia. Foi determinada a composição química, sendo analisado: matéria seca (MS) matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), proteína em detergente neutro (PIDN), nitrogênio não proteico (NNP) Carboidratos Totais (CT), Carboidratos Solúveis (A), fracionamento de Carboidratos nas frações A, B₁, B₂ e C conforme a metodologia usual. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições. Houve interação ($P < 0,01$) da adubação nitrogenada *versus* períodos de pastejo para todas as variáveis estudadas. As variáveis foram influenciadas pelas doses de nitrogênio. As variáveis bromatológicas apresentaram interação doses *versus* período de pastejo. Os teores de PB também apresentaram incremento em relação às doses de N e com um acréscimo de 138% em relação à não aplicação de N. Com o aumento das doses de N elevou-se os teores de PB de forma linear respondendo até 225 kg N ha⁻¹. Junto com os teores de PB se elevou os teores de NNP ($p < 0,01$) sendo superior em 84,172%, 216,97%, e 307,21% para as doses 75,150 e 225 em relação à dose sem adubação nitrogenada. O inverso aconteceu com a fração A e B₁ dos carboidratos, o que provocou um possível desbalanço na relação carbono e nitrogênio, tendo seu reflexo no GMD. O ganho de peso médio dos animais não apresentou diferença sobre as doses de nitrogênio ($p < 0,01$), sendo que o sistema possibilitou maior ganho por área. A adubação nitrogenada na pastagem de azevém elevou a qualidade da PB com a maior presença de NNP, porém diminuiu a qualidade da fração fibrosa com redução nos teores de açúcares solúveis.

Palavras-chave: Qualidade nutricional, pastagem de inverno, desempenho animal

**Reduction of carbohydrates and nitrogen compounds of ryegrass receiving
increasing doses of nitrogen under grazing of lambs**

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the chemical composition of Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) cv. BAR HQ subjected to increasing levels of nitrogen fertilization under grazing of cut lambs. The experiment was developed at Unicentro (CEDETEG) in Guarapuava. The treatments corresponded to four nitrogen doses in the form of urea (46% N) 0, 75, 150 and 225 kg N ha⁻¹ in winter cover. The grazing method used was continuous with variable stocking rate, grazing lasted 88 days. The nutritional variables of the pasture were obtained after collecting the material in square (50x50) and later taken to the bromatological analysis laboratory. The chemical composition was determined by analyzing: dry matter (DM), crude protein (PB), neutral detergent fiber (FDN), acid detergent fiber (FDA), acid detergent insoluble protein (NNP) Total Carbohydrates (TC), Soluble Carbohydrates (A), fractionation of Carbohydrates in fractions A, B1, B2 and C according to the usual methodology. The experimental design was a randomized complete block design with three replications. There was interaction (P <0.01) of nitrogen fertilization versus grazing periods for all variables studied. The variables were influenced by the nitrogen doses. The bromatological variables presented interaction between doses versus period of grazing. With the increase of N rates, CP contents were raised linearly, responding up to 225 kg N ha⁻¹, together with CP levels, NNP levels increased (p <0.01), being higher in 84.172%, 216.97%, and 307.21% for doses 75,150 and 225 in relation to the dose without nitrogen fertilization, the inverse occurred with the fraction A and B1 of the carbohydrates, which caused a possible unbalance in the relation carbon and nitrogen, having its reflex in the GMD. The average weight gain of the animals did not present difference on the nitrogen doses (p <0.01), the system allowed a higher gain per area. Nitrogen fertilization on ryegrass pasture increased CP quality with higher NNP presence, but decreased the quality of the fibrous fraction with reduction in soluble sugar content.

Key words: animal performance, nutritional quality, winter pasture

1. INTRODUÇÃO

O rumem é um ecossistema, com a presença de microrganismos vivendo em um processo harmonioso, os quais necessitam de energia e amônia para se desenvolverem, e esses elementos variam de acordo com a alimentação fornecida ao animal. O valor nutricional de uma pastagem depende do cultivar utilizado, clima e adubação adequada, e quando se fornece fertilizantes nitrogenados o conteúdo de N do vegetal é alterado de forma benéfica, aumentando os teores de proteína bruta deste pasto. O azevém sem adubação nitrogenada é considerado um alimento rico em nitrogênio (KOLVER E MULLER, 1998), podendo ocorrer um excesso de nitrogênio e baixa eficiência no uso desse nutriente pelo animal.

Em uma pastagem os carboidratos representam a maior parte da composição de uma forragem, tendo em seu conteúdo componentes desuniformes (VAN SOEST et. (1991) que variam de acordo com o tempo de permanência, ou seja, os períodos de pastejo, e quanto mais avançado o estágio fisiológico do pasto maior é a fração de carboidrato que fica aderida à parede celular insolúvel.

A sua digestibilidade varia de 100% para açúcares solúveis e 0% para a fração indigestível e essas diferenças entre os constituintes podem afetar o metabolismo dos carboidratos e a produção dos ácidos graxos de cadeia curta. Em pastagens, o teor de carboidratos de rápida degradação é considerado fonte de energia para ruminantes e a sua baixa concentração pode diminuir a eficiência do metabolismo das proteínas (DOVE et al., 1994). A eficiência com que esses compostos trabalham depende da disponibilidade no vegetal, obtendo-se resultados positivos quando a proteína e a energia estiverem elevadas (SINCLAIR et al., 1995)

A precisão dos valores de carboidratos presentes em uma pastagem são de extrema importância para a pesquisa (HALL e MERTENS 2017), e seus estudos iniciaram muito cedo com alguns autores determinando essas proporções (ARMSBY, 1917; HAECKER, 1913; HENRY E MORRISON 1915) e recomendando o teor adequado para a dieta de ruminantes. O método de avaliação das características químicas dos carboidratos vem sendo estudado há 100 anos (ARMSBY, 1917) e os métodos sendo aperfeiçoados pela pesquisa, para que essas informações possam ser recomendadas em uma formulação ideal para ruminantes (HALL e MERTENS, 2017).

Os compostos nitrogenados que formam uma dieta também têm a sua importância, pois dependendo do seu conteúdo tem associação direta com a parede celular do vegetal, podendo comprometer a eficiência do nitrogênio no rúmen, tornando este elemento associado indisponível para a ação dos microrganismos.

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos de doses de nitrogênio na pastagem de azevém sobre o fracionamento de carboidratos e proteínas e a sua influência sobre o ganho de peso animal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido na cidade de Guarapuava, Paraná. A área experimental está localizada na região fisiográfica denominada Terceiro Planalto Paranaense, tendo coordenadas geográficas de 25 ° 33 ' latitude Sul e 51 ° 29 ' longitude Oeste e altitude de 1098 m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno Distroférico típico (EMBRAPA, 2006).

O Clima da região é subtropical mesotérmico úmido Cfb segundo classificação de Köppen com temperatura média anual nos meses mais quentes inferior a 23,5°C e nos meses mais frios inferior a 12,7° C (ALVARES et al., 2013), sendo que a precipitação pluviométrica e temperatura durante o decorrer do experimento estão apresentados na figura 1.

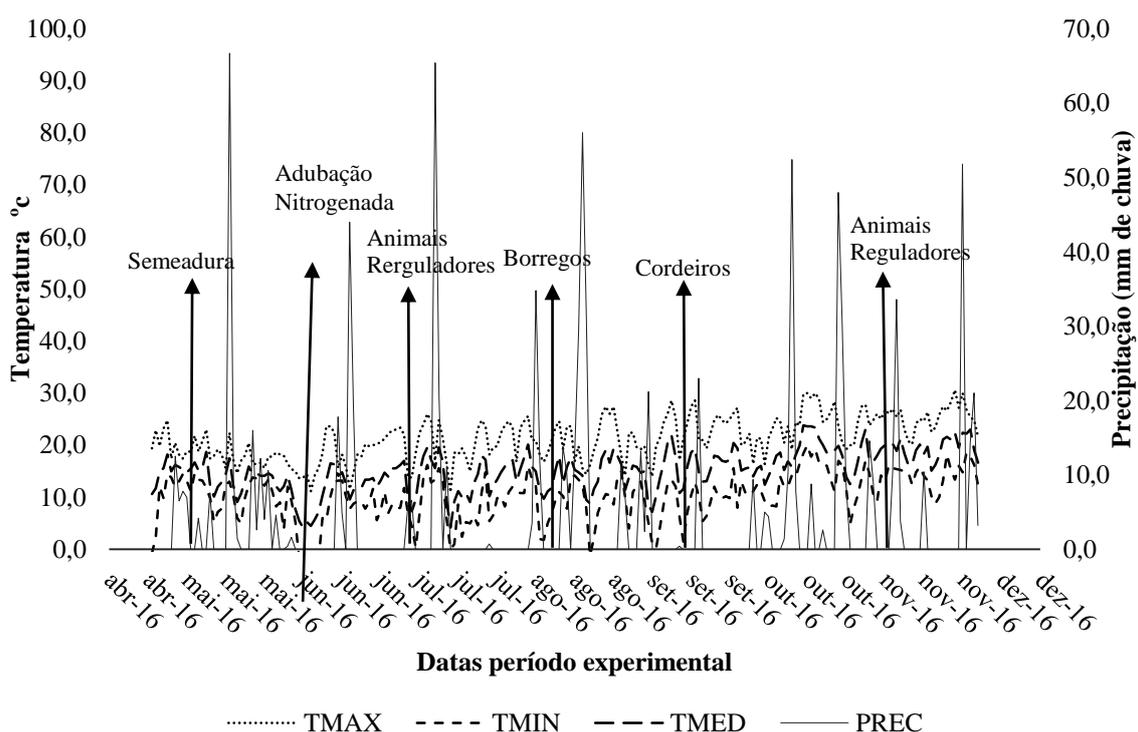


Figura 1. Dados de temperatura e precipitação da área experimental no período de abril (2016) a novembro (2016) - Guarapuava - PR.

2.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso composto por quatro tratamentos doses de nitrogênio (0, 75, 150 e 225 kg N ha⁻¹) com três repetições onde a repetição era representada por um piquete em esquema fatorial 4x4 sendo quatro doses de nitrogênio e 4 períodos de corte. A área experimental totaliza 3 hectares e foi dividida em 12 piquetes de tamanho uniforme (2.000m²). A adubação nitrogenada foi realizada na forma de Ureia (46% de N) após a emergência, no momento do perfilhamento do azevém.

2.3 Duração e condução do experimento

Neste sistema o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) cultivar Bar HQ foi semeado em meados de maio de 2016. A pastagem de inverno foi semeada na densidade de 70 kg ha⁻¹ de sementes viáveis. A semeadura foi feita em plantio direto com espaçamento 0,17 m. A adubação de base foi realizada no momento da semeadura do azevém com a utilização de 250 kg ha⁻¹ do formulado 0-20-20 (N,P₂O₅,K₂O) em cobertura, usando critérios da análise de solo realizada, com amostragem de 0-20cm. O solo apresentava as seguintes características químicas: pH (CaCl₂): 4,65; Matéria Orgânica: 39,04g dm⁻³; P-Mehlich: 2,23mg dm⁻³; K⁺: 0,45cmolc dm⁻³; Ca⁺²: 2,95cmolc dm⁻³; Mg⁺²: 1,69cmolc dm⁻³; Al⁺³: 0,17cmolc dm⁻³; H+Al: 5,47cmolc dm⁻³.

Os animais utilizados no experimento foram separados em três categorias, o pastejo iniciou no dia 01 de julho por 36 matrizes mestiças Texel e Ile de France no terço final da gestação, com peso médio de 70 kg, sem ser realizada avaliação animal sendo considerada as matrizes como animais reguladores. Neste experimento não foram realizadas avaliações de desempenho nas matrizes. No dia 01 de agosto foram alojados os borregos com peso médio de 15 kg, provenientes do cruzamento das raças Corriedale x Ile de France, onde permaneceram por 43 dias. Após a saída dos borregos, entraram os cordeiros cruzados Corriedale x Ile de France e permaneceram por mais 45 dias, totalizando 88 dias de avaliação de desempenho nos borregos e cordeiros. Após a saída dos animais, retornaram os animais reguladores para a área experimental. A utilização dos animais foi aprovada pelo Comitê de Ética em uso de Animais (CEUA) sob o protocolo número 018/2016.

O período com a utilização da pastagem de azevém, contando com os animais reguladores, teve a duração de 188 dias entre a emergência e saída dos animais, ou seja, 88 dias de pastejo para cordeiros e borregos e 100 dias para os animais reguladores. Para

esse experimento, foram considerados para a variável de produção de MS total acumulada os 188 dias, para as demais variáveis foram utilizados valores no período de pastejo de 88 dias.

O fornecimento de sal e de água foi realizado em cochos com livre acesso aos animais. Todos os animais foram vermifugados com ivermectina e pesados em jejum de sólidos de 14 horas, antes de entrarem na área experimental.

O método de pastejo foi realizado sob lotação contínua com taxa de lotação variável, mantendo-se os animais “testes” de cada tratamento nos piquetes e utilizando animais reguladores para ajustar a lotação, segundo a técnica *put and take* (MOTT e LUCAS, 1952). Os ajustes de carga foram realizados a cada 21 dias, procurando-se manter a oferta de massa de forragem verde de 1.500kg ha⁻¹ de MS, entre altura de 14 e 15 cm (FREITAS, 2003).

2.4 Determinação das variáveis

A disponibilidade da pastagem foi avaliada pela técnica de dupla amostragem (WILM, 1944) em cada piquete. Foi coletado o material da biomassa aérea do pasto com o auxílio de um quadrado de 0,50 x 0,50 m. As amostras de pasto foram coletadas a cada 21 dias, totalizando 4 períodos de coleta onde em cada piquete foi coletado o material da biomassa aérea do pasto com o auxílio de um quadrado de 0,50 X 0,50 m.

As amostras foram homogeneizadas e levadas para estufa com ventilação forçada a 60°C por 72 horas, para determinação de MS e composição bromatológica. Após a pré-secagem, o material foi triturado com peneira de malha 1 mm e determinado o conteúdo de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), e proteína bruta (PB) de acordo com Silva & Queiroz (2004).

Os teores de fibra em detergente neutro (FND) e fibra em detergente ácido (FDA) foram feitos conforme método de Van Soest et al. (1991), adaptado por Senger et al. (2008), utilizando saquinhos de poliéster de 16 micras e o material submetido à temperatura de 110°C em autoclave por 40 minutos. Para FDN, foi incluída alfa-amilase (MERTENS, 2002), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), e proteína insolúvel em ácido tricloroacético (PITCA) de acordo com Licitraet al. (1996).

Os teores de matéria seca (MS) para correção foram determinados por secagem em estufa a 105°C durante 8 horas (Método 967.03; AOAC, 1998) e cinzas por queima

em mufla a 600°C durante 4 horas. O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado como $100 - MM$ (Método 942.05; AOAC, 1998).

A proteína bruta (PB) foi estimada a partir do valor de nitrogênio total (N), através do método de Kjeldahl (Método 2001.11; AOAC, 2001). O nitrogênio não proteico (NNP) correspondente a compostos nitrogenados não proteicos foi obtido pela diferença entre PB e PITCA.

Os carboidratos totais (CT) foram calculados pela equação $CT = 100 - (PB + EE + MM)$ de acordo com Sniffen et al. (1992). Os carboidratos foram fracionados em fração A, B₁, B₂ e C. A fração A composta por açúcares solúveis rapidamente degradados foi obtida pela técnica de Dubois et al. (1956), com fenol sulfúrico 5%. A fração B₁ representa os carboidratos não fibrosos (amido e pectina) com fermentação intermediária, foi obtido pelo cálculo $B_1' = CT - (A' + B_2' + C')$. A fração B₂ corresponde aos carboidratos fibrosos como a celulose e hemicelulose, de degradação lenta obtida pela diferença entre aFDN e a fração C que representa a fibra indigerível composta principalmente por lignina obtida pela multiplicação pelo fator 2,4 (SNIFFEN et al., 1992).

A análise de extrato etéreo (EE) foi realizada utilizando o equipamento semiautomático (ANKOM^{XT15} Extraction System, ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, EUA) com filterbags próprias para análise.

2.5 Análise estatística

O modelo estatístico utilizado:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + B_j + R_l(N*B)_{ij} + P_k + (N*P)_{ik} + e_{ijkl}$$

μ é a média geral; Y_{ijk} variáveis-dependentes; N_i efeito da dose de nitrogênio (N) de ordem “i”, sendo 1 = dose 0 kg ha de N, 2 = dose 75 kg ha de N, 3 = dose 150 kg ha de N e 4 = dose 225 kg/ha de N; B_j o efeito de bloco; P_k efeito do período de pastejo; $(N*P)_{ik}$ efeito da interação entre a i-ésima dose de N com o k-ésimo período de pastejo; e_{ijkl} efeito aleatório residual (Erro b).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade utilizando o software SAS versão 9.4. Uma vez comprovada, os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a um nível de significância de 1%. Para os resultados de efeito quantitativo foram feitos estudos de regressão considerando o maior grau significativo.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os dados referentes ao fracionamento de carboidratos e proteína apresentaram interação, período x doses de nitrogênio ($p < 0,01$) tabela 1.

Tabela 1. p-Valor relativos aos efeitos das doses de nitrogênio, períodos de pastejo e interação (doses*períodos) em pastagem de azevém recebendo crescentes doses de nitrogênio sob pastejo de cordeiros. Guarapuava 2016.

Variáveis (g/kg MS)	Doses de N	Período	Dose*Per
MS	<.0001	<.0001	<.0001
MM	<.0001	<.0001	0,0027
PB	<.0001	<.0001	<.0001
EE	<.0001	<.0001	<.0001
FDN	<.0001	<.0001	<.0001
FDA	<.0001	<.0001	<.0001
CF	<.0001	<.0001	<.0001
CNF	<.0001	<.0001	<.0001
CT	<.0001	<.0001	<.0001
Fracionamento Carboidrato			
A	<.0001	<.0001	<.0001
B1	<.0001	<.0001	<.0001
B2	<.0001	<.0001	<.0001
C	<.0001	<.0001	<.0001
Compostos Nitrogenados			
PB	<.0001	<.0001	<.0001
NNP	<.0001	<.0001	<.0001
PIDA	<.0001	<.0001	0.0002
PIDN	<.0001	<.0001	<.0001

Dose*Per = interação entre tratamento e período de coleta.

MS, matéria seca; MM, matéria mineral; PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido. CF, carboidrato fibroso; CNF, carboidrato não fibroso; CT, carboidratos totais; A, fração A; B1, fração B1; B2, fração B2; C, fração C; PB, proteína bruta; NNP, nitrogênio não proteico; PIDA, proteína insolúvel em detergente ácido; PIDN, proteína insolúvel em detergente neutro.

Os parâmetros bromatológicos da pastagem de azevém (tabela 2) da pastagem de azevém e seu efeito na análise de regressão dentro dos períodos avaliados, visto que para essas características houve interação entre as doses de nitrogênio e os períodos de corte.

Tabela 2. p-Valor aos efeitos lineares (L), quadráticos (Q) para os parâmetros químicos da pastagem de azevém. Guarapuava 2016.

Variável(g/kg MS)	Períodos							
	1		2		3		4	
	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q
MM	0.0007	0.6758	0.0003	0.9119	0.0053	0.0283	0.0258	0.0206
PB	<.0001	0.8388	<.0001	0.0225	<.0001	0.4475	<.0001	0.9119
EE	0.0963	0.0215	0.0003	0.0108	<.0001	0.0529	0.0007	0.2424
FDN	0.0211	0.1262	0.0145	0.0129	0.0027	0.0004	0.3087	0.2139
FDA	0.0001	0.0226	0.0043	0.0180	0.0062	0.0285	0.0569	0.0662

MS, matéria seca; MM, matéria mineral; PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido.

Observou-se efeito linear positivo para a variável MM nos períodos 1, 2 e 3, mas o período 4 não se ajustou ao modelo de regressão. Com o passar dos dias de avaliação não houve decréscimo de qualidade para MM, representada pelas equações lineares para o primeiro período $y = 86.05567 + 0.15348x$, segundo $y = 87.22667 + 0.14867x$ e terceiro $y = 75.56900 + 0.08468x$, apresentando incrementos positivos nos teores de minerais com a utilização da adubação nitrogenada, respondendo a um acréscimo maior de $0,1534 \text{ g kg}^{-1}$ MS no primeiro período, onde os níveis de nitrogênio permaneciam mais altos.

A composição mineral da planta é influenciada por uma série de fatores, incluindo a fertilidade do solo. Os acréscimos nos valores de MM estão ligados à adubação nitrogenada e ao teor de matéria mineral presente no solo da área, podendo ter ocorrido mineralização da matéria orgânica.

Os teores de FDN foram significativos apenas no terceiro período, onde respondeu de forma quadrática para as doses de nitrogênio. A fibra é considerada um fator limitante para o consumo em ruminantes, não só a quantidade de fibra está ligada ao fator de limitação de consumo, a qualidade da fibra também deve ser observada e isso varia entre as espécies vegetais. As médias obtidas foram de 470,12, 491,85, 534,59 e 565,84 g kg^{-1} MS para os períodos 1, 2, 3 e 4, aumentando apenas no quarto período, fato justificado pelo envelhecimento do vegetal e maior acúmulo de carboidrato fibroso. Segundo Van Soest (1965), valores de FDN acima de 600 g kg^{-1} MS limitam o consumo das forrageiras.

A variável FDA se encaixou ao modelo de regressão linear para todos os períodos de pastejo, sendo que com o aumento das doses de nitrogênio aumentou o conteúdo de fibra, característica devida ao aumento na produção de massa de forragem com valores de 271,76, 276,13, 288,54 e 297,93 g kg^{-1} MS para as crescentes doses de nitrogênio.

Normalmente ao se trabalhar com adubação nitrogenada os teores de PB das forrageiras aumentam de forma linear com as doses de nitrogênio (figura 2). Alguns autores encontraram respostas quadráticas para a produção de forragem em relação às crescentes doses de nitrogênio. OLIVEIRA et al., (2007) encontrou resposta linear para produção de PB até 600kg ha⁻¹ de N para gramíneas tropicais. Neste trabalho não foi possível identificar uma fase assintótica para produção de PB no azevém para os níveis de adubação nitrogenada. Segundo Lazzarini (2009), o teor de PB deve atender 11% da dieta para otimizar o uso da forragem, estabelecendo como limite mínimo 7% para que ocorra digestão dos carboidratos fibrosos e melhore o crescimento microbiano.

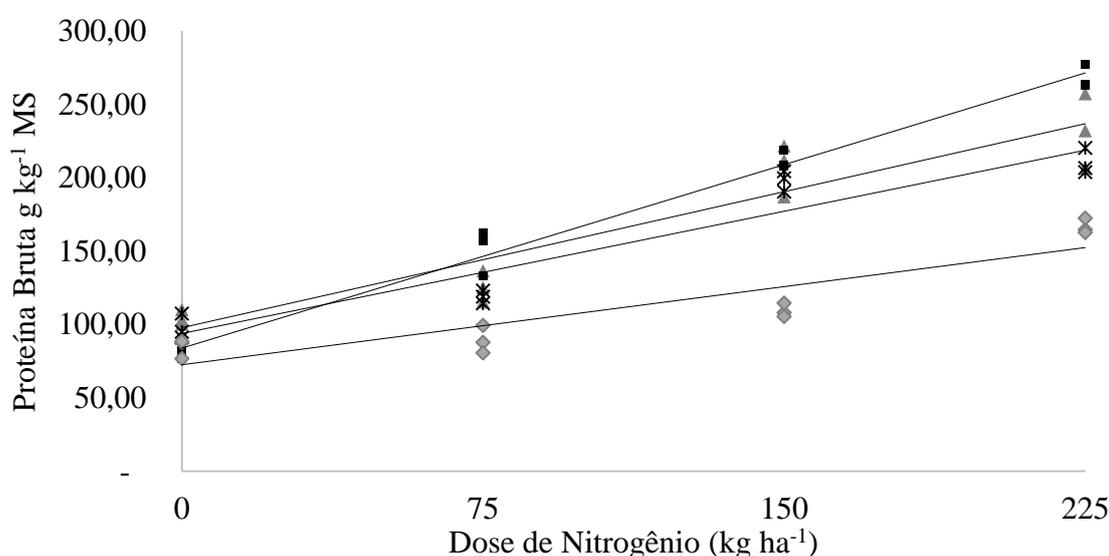


Figura 2. Teor de proteína bruta g kg⁻¹ da pastagem de azevém sob pastejo contínuo recebendo crescentes doses de nitrogênio. ● $y = 97,95 + 0,617x$ ($R^2 = 0,8969$); ■ $y = 83,861 + 0,8334x$ ($R^2 = 0,9645$); ✖ $y = 93,943 + 0,5551x$ ($R^2 = 0,9032$); ◆ $y = 72,574 + 0,3554x$ $R^2 = 0,832$

A PB quando avaliada de forma isolada para os períodos apresentou diminuição nos teores. No dia 0, apresentou média de 167,452g kg⁻¹ MS e 112,56g kg⁻¹ MS no último período de pastejo, comportamento relacionado ao período de pastejo, valores semelhantes encontrados por Soares e Restle (2002) com redução de 278g kg⁻¹ MS para 202,4g kg⁻¹ MS entre os períodos de pastejo. Entretanto, com a adubação nitrogenada o aumento nos teores de PB é crescente, e isolando os períodos obtém-se a média de 91,80g kg⁻¹ MS na dose 0 e 219,290g kg⁻¹ MS na dose 225 com acréscimo de 32,11%, 97,85% e 138,86% com relação à dose 0 de N.

De acordo com Oliveira et al. (2007), forrageiras de qualidade como o azevém são capazes de produzir elevados teores de PB entre 80 a 120 g kg⁻¹ MS. Peretti et al.

(2015), aplicando crescentes doses de N em aveia até $720 \text{ kg}^{-1} \text{ de N ha}^{-1}$, obtiveram uma resposta linear para essa cultura. O nível 0 de aplicação apresenta um teor elevado de PB de $91,80 \text{ g kg}^{-1}$, e esses valores se justificam ao efeito do sistema integração lavoura pecuária utilizado na área, com a ciclagem de nutrientes utilizando o nitrogênio que restou na cultura anterior (Milho).

Com os valores elevados de PB na MS, fato esse que se repetiu no período experimental, acreditou-se que o ganho dos animais seria compensando e que os animais responderiam de maneira linear à produção. Pesquisas avaliando crescentes doses de N em relação ao efeito na produção de PB da pastagem de azevém demonstram resposta linear até 400 kg ha^{-1} (SANDINI et al., 2010). Trabalhos realizados trazem respostas para o aumento da PB em relação a doses nitrogenadas para pastagem de azevém (SOARES; RESTLE, 2002).

A proteína no pasto de azevém é altamente solúvel e quase um quarto da proteína está na forma de NNP. Com relação ao valor da PB total, a variável NNP apresentou efeito linear positivo em relação às doses de nitrogênio (tabela 3). Neste sistema o NNP aumentou $0,42, 0,36, 0,41$ e $0,42 \text{ g kg}^{-1}$ nos períodos 1, 2, 3 e 4 com relação à adubação nitrogenada, visto que a tendência do NNP é cair com o decorrer dos períodos devido ao pastejo e à diminuição na taxa de rebrote, sendo superior em $84,172\%$, $216,97\%$, e $307,21\%$ para as doses $75,150$ e 225 em relação à dose sem adubação nitrogenada. Bryant et al. (2012) obtiveram um aumento de $4,43 \text{ mg/g MS}$ para $5,07 \text{ mg/g MS}$ em pastagem de azevém cultivar tardio (Aber Dart e Impact) recebendo 0 de N e 25 kg N ha^{-1} .

A adubação nitrogenada mobiliza maiores teores de NNP para o vegetal (MANGAN, 1982; LEFEVRE et al., 1991). De acordo com os autores Bredemeier e Mundstock (2000), a planta absorve o nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+) através da raiz e este composto é convertido em aminoácidos (glutamato) (CAMPBELL, 2006), o NNP no vegetal representa os compostos de baixo peso molecular como aminoácidos livres, nitratos, amidas, amins e amônia. Segundo Gastal e Saugier (1989), a sua concentração de N aumenta na forragem junto com o acréscimo nos níveis de nitrogênio no solo limitando os carboidratos devido a prioridade desses elementos na síntese de proteína.

Para o ruminante, a presença de NNP na dieta significa uma fonte de nitrogênio para os microrganismos trabalharem junto com os carboidratos estruturais. O NNP é rapidamente fermentado no rúmen, liberando amônia, e as bactérias que fermentam os carboidratos estruturais necessitam de amônia como fonte de nitrogênio. A falta de sincronismo entre as duas frações leva ao acúmulo de amônia no rúmen, a qual é

convertida em ureia e é eliminada na urina (HINDRICHESEN et al., 2008). Miller et al. (1999) estudaram os efeitos de gramíneas com alto teor de açúcar solúvel na dieta de vacas de leite e obtiveram melhoras na eficiência de utilização de nitrogênio no rúmen devido à associação das bactérias com nitrogênio e carbono.

Tabela 3. Equação de regressão e p-Valor para as variáveis compostos nitrogenados em pastagem de azevém recebendo crescentes doses de nitrogênio sob pastejo de cordeiros. Guarapuava 2016.

PERÍODO 1			
Parâmetro	Equação de Regressão	P valor	
		Linear	Quadrática
NNP	$y = 37,54+0,42788x$	0.0040	0.4514
PIDA	$y = 20,22+0,09667x$	<.0001	0.6306
PIDN	$y = 41,01333+0,07991x$	0.0097	0.3249
PERÍODO 2			
Parâmetro	Equação de Regressão	P valor	
		Linear	Quadrática
NNP	$y = 51,538+0,3622$	0,0006	0,3519
PIDA	$y = 18,75+0,1397x$	<.0001	0.3261
PIDN	$y = 18,47767+0,308x$	0.0001	0,4956
PERÍODO 3			
Parâmetro	Equação de Regressão	P valor	
		Linear	Quadrática
NNP	$y = 39,98+0,4141$	<.0001	0.2005
PIDA	$y = y$	0.0268	0.6146
PIDN	$y = y$	0.3656	0.4691
PERÍODO 4			
Parâmetro	Equação de Regressão	P valor	
		Linear	Quadrática
NNP	$y = 16,83+0,32196x$	0,0021	0,071
PIDA	$y = y$	0.0122	0,0466
PIDN	$y = y$	0.0328	0.0388

NNP, nitrogênio não proteico; PIDA, proteína insolúvel em detergente ácido; PIDN, proteína insolúvel em detergente neutro.

A taxa de degradação do NNP da proteína é de 300% por hora, e é 100% disponível, PIDN 3 a 16% por hora e a PIDA é 100% indisponível (SINIFFEN et al., 1992). A variável PIDA aumentou de acordo com a dose de nitrogênio para os períodos 1 e 2, e o aumento se encaixou no modelo de regressão linear, não apresentando ponto de máxima absorção. A proteína insolúvel em detergente ácido é um fator limitante na dieta de ruminantes devido à presença da lignina. Quando os níveis de PIDA estão muito elevados tornam o vegetal com baixa energia para ruminantes. Quando a energia é

reduzida por PIDA, deve-se levar em consideração os valores obtidos nas frações A+B1 dos carboidratos. PIDA e PIDN estão relacionados com a proteína aderida à parede celular, mas com baixa taxa de degradação. A variável PIDN apresentou efeito positivo linear apenas para o 1 e 2 períodos de pastejo.

A adubação nitrogenada influenciou as variáveis CF, CNF e CT, os CNF (A+B1) representados pelos açúcares de rápida degradação (tabela 4). Neste trabalho os valores (A+B1) foram de 289,17, 222,39, 166,21 e 133,45g kg⁻¹ para as crescentes doses de nitrogênio respectivamente. A variável CF não se encaixou ao modelo de regressão.

Tabela 43. p-Valor aos efeitos lineares (L), quadráticos (Q) para os parâmetros químicos da pastagem de azevém. Guarapuava 2016.

Variável	Período							
	1		2		3		4	
	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q
CNF	<.0001* ¹	0.1140	0.0001* ²	0.2826	<0,001* ³	0.0148	0.0012* ⁴	0.0203
CF	0,0211	0.1262	0,8831	0.0129	0.0620	0.4568	0.3087	0.2139
CT	<.0001* ⁶	0.5777	<.0001* ⁷	0.0741	<.0001* ⁸	0.5013	<.0001* ⁹	0.0512

CNF, carboidrato não fibroso; CF, carboidrato fibroso; CT, carboidrato total.

*¹: $y = 347,0 - 0,7282x$; *²: $y = 327,4 - 0,82x$; *³: $y = 323,4 - 0,6x$; *⁴: $y = 306,3 - 0,3x$,

*⁶: $y = 773,65 - 0,8065x$; *⁷: $y = 786,41 - 1,055x$; *⁸: $y = 806,16 - 0,7328x$; *⁹: $y = 821,59 - 0,428x$

A variável CNF se encaixou ao modelo de regressão linear decrescente ao tratamento doses de nitrogênio. Segundo Van Soest (1994), 60 a 80% dos carboidratos devem ser provenientes da parede do vegetal, e o restante 40 a 20% resultado do somatório da fração A + B1. A adubação nitrogenada interfere na fração de carboidratos de rápida degradação, porém os valores encontrados não afetam a produtividade do sistema, visto que com a adubação nitrogenada conseguimos melhorar o ganho de peso animal por área e a produção de massa de forragem por área.

A variável CT também não foi possível encontrar fase assintótica, com o aumento das doses de N se diminui CT, podendo haver desequilíbrio entre nitrogênio e energia a nível de rúmen. Com o aumento das doses de nitrogênio a disponibilidade de nitrogênio pode agravar o problema, sendo recomendada uma fonte de carboidrato solúvel vinda de outros alimentos como concentrado. Isso faria com que o animal aproveitasse melhor a fonte de N e conseqüentemente poderia melhorar o desempenho individual.

De acordo com Detmann et al. (2013), pastagens de média a alta qualidade devem receber uma suplementação de rápida fermentação no rúmen, para equilibrar o balanço

de nitrogênio e energia. Moreira et al. (2001) recomendam a utilização de suplementação energética para sincronizar os processos fermentativos do rúmen.

A adubação nitrogenada influenciou a fração de carboidratos solúveis nas plantas de azevém cv Bar HQ em todos os períodos, apresentando linearidade decrescente. Com o aumento das doses de N diminuiu os valores da fração A dos carboidratos, representada por açúcar solúvel, fato esse repetido nos 4 períodos (tabela 5). Bryant et al. (2012) obtiveram resultados similares ao encontrado neste trabalho, com a adição de fertilizante nitrogenado na pastagem de azevém (cv. Aber Dart), obtendo um decréscimo no teor de açúcares solúveis (A). De acordo com Jonker et al. (2018), a presença de carboidratos solúveis na dieta e no pasto pode melhorar o balanço de nitrogênio e energia no rúmen.

Tabela 5. Equação de regressão e p-Valor para as variáveis de fracionamento de carboidratos em pastagem de azevém recebendo crescentes doses de nitrogênio sob pastejo de cordeiros. Guarapuava 2016.

PERÍODO 1			
Parâmetro	Equação de Regressão	P valor	
		Linear	Quadrática
Fração A	$Y = 77,42 - 0,33565x$	<.0001	0.0134
Fração B1	$Y = 253,81633 - 0,71714X$	<.0001	0,2346
Fração B2	$y = y$	0.0577	0.2598
Fração C	$y = y$	0.3225	0.6427
PERÍODO 2			
Parâmetro	Equação de Regressão	P valor	
		Linear	Quadrática
Fração A	$y = 56,53 - 0,23310x$	0.0010	0.2269
Fração B1	$Y = 237,83 - 0,82907X$	<.0001	0.0523
Fração B2	$y = y$	0.3946	0.3946
Fração C	$y = y$	0.1935	0.2478
PERÍODO 3			
Parâmetro	Equação de Regressão	P valor	
		Linear	Quadrática
Fração A	$y = 65,67 - 0,2427x$	<.0001	0.1161
Fração B1	$Y = 220,69 - 0,62157x$	<.0001	0.0803
Fração B2	$Y = 435,59 + 0,14716$	0.0057	0.0465
Fração C	$y = y$	0.1254	0.5438
PERÍODO 4			
Parâmetro	Equação de Regressão	P valor	
		Linear	Quadrática
Fração A	$y = 59,82567 - 0,11675x$	<.0001	0.0225
Fração B1	$Y = 203,63 - 0,37985x$	0.0029	0.2945
Fração B2	$y = y$	0.2939	0.3750
Fração C	$y = y$	0.4193	0.5963

Valores expressos em g kg⁻¹ MS.

Corsi (1994) encontrou uma redução na fração A conforme se aumentou a adubação nitrogenada em pastagem temperada. Essa evidência se repetiu neste trabalho. Segundo Lee et al. (2001), altas concentrações da fração A em azevém aumentam o ganho de peso individual de cordeiros, quando os níveis de açúcares solúveis atingem de 20 a 40% da MS. Segundo Jones e Sant (1992) cordeiros têm preferência por forragens que tenham altos teores de açúcares solúveis por melhorar a palatabilidade das folhas.

A fração B1 tem a taxa de degradação mais lenta e é composta por amido e compostos fibrosos solúveis, a fração B1 se encaixou no modelo de regressão linear decrescente, acentuando um suposto desequilíbrio entre as frações de açúcares e proteínas, visto que com o aumento das doses de N, as frações solúveis tanto da proteína como do carboidrato seguem com linearidades opostas. A planta pode ter assimilado o nitrogênio e reduzido o estoque de açúcares na célula vegetal como fonte de energia para a síntese de aminoácidos e proteínas. Para cada kg de N aplicado houve uma redução de 0,717; 0,822; 0,6215 e 0,379 g kg⁻¹MS para os períodos 1, 2, 3 e 4 a diminuição da fração B1 a qual diminui, ao contrário da fração B2.

A fração B2 representada por carboidratos de parede celular como a celulose e hemicelulose de lenta degradação se encaixou ao modelo de regressão linear apenas para o terceiro período de análise, respondendo de forma positiva aos tratamentos. Foi observado um aumento da fração B2 com o decorrer dos períodos, sendo que as médias obtidas foram de 402,52, 411,89, 452,15 e 481,88 para os períodos 1, 2, 3 e 4.

A fração C composta por carboidratos insolúveis não se encaixou ao modelo de regressão apresentando um aumento no decorrer dos períodos de 67,60, 80,96, 82,44 e 83,95g kg⁻¹. Com o envelhecimento da planta, a tendência é aumentar os níveis de lignina presente no vegetal, e as doses de nitrogênio não promoveram diferenças entre os teores da fração C

Quando relacionamos os valores obtidos no fracionamento de carboidratos e comparamos com os dados obtidos de ganho de peso animal para a categoria borregos e cordeiros, observamos que o ganho de peso médio diário não foi significativo no primeiro capítulo. Em trabalho realizado por Lee et al. (2001) com azevém perene pastejado por cordeiros, foi observado ganho de peso individual em cordeiros pastejando, atribuindo esses valores a fração de açúcares solúveis presentes na pastagem junto com o decréscimo das frações fibrosas.

Porém o ganho de peso por área respondeu de forma positiva ganhando 1,27 e 1,12 kg ha⁻¹ para cada kg de nitrogênio aplicado no pasto. Esse ganho foi compensando

pelo aumento da carga total. Os níveis de adubação nitrogenada permitiram a elevação do número de animais por área, conseqüentemente as doses mais altas apresentaram maiores produções, o que permitiu a elevação da capacidade de suporte da área. Foi possível aumentar 3,19kg PV ha⁻¹ para os borregos e 10,66 kg PV ha⁻¹ para os cordeiros, as diferenças no aumento da carga estão relacionadas ao aumento de produção de massa verde bem como o decorrer dos períodos, visto que a presença dos borregos foi nos períodos 1 e 2 e os cordeiros permaneceram no sistema nos períodos 3 e 4.

Os animais poderiam ter respondido melhor o GMD caso estivessem recebendo um suplemento de rápida degradação, assim haveria um sincronismo entre as frações nitrogenadas e os açúcares, possibilitando melhor degradação dos nutrientes. Boa parte do nitrogênio ingerido na forma de PB pode ter sido perdido via urina na forma de ureia, pois em ruminantes boa parte da ureia é reciclada demandando gasto de energia (OWENS & ZINN, 1988), sendo que o gasto de energia ligado à ciclagem de ureia está relacionado a quantidade de PB, pois menores teores de PB resultam em maior reciclagem de N do fígado, pois existe a necessidade do consumo de amônia para o desenvolvimento dos microrganismos.

Neste contexto, uma fonte de açúcar solúvel otimizaria a ação das bactérias sobre a utilização da amônia no rúmen. Hall (2017), avaliando a adição de glicose na dieta de ruminantes sobre a ação dos compostos nitrogenados encontrou melhores produções de nitrogênio microbiano quando elevou a glicose no substrato, ou seja, os níveis de açúcares como a glicose estão diretamente ligados com a formação da proteína microbiana.

CONCLUSÃO

A adubação nitrogenada elevou a qualidade nutricional dos parâmetros estudados no pasto de azevém. Todas as frações de proteína bruta responderam de forma positiva a adubação nitrogenada até a maior dose, os carboidratos diminuíram suas frações de acordo com o aumento da adubação nitrogenada, porem de forma positiva o nitrogênio contribui com as frações de proteína bruta, tornando o azevém em pastejo ótima alternativa para sistemas integrados e pastejo de ovinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013.
- ANKOM^{XT15} Extraction System. Operator's Manual. ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, EUA.32p.
- ARMSBY, H. P. The Nutrition of Farm Animals. **The Macmillan Company**, New York. 1917
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. AOAC 2002.04: Amylase-Treated Neutral Detergente 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.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, p.365-372, 2000.
- Bryant, R.H., Gregorinib, P., Edwards, G.R. Effects of N fertilisation, leaf appearance and time of day on N fractionation and chemical composition of *Lolium Perenne* cultivars in spring **Animal Feed Science and Technology** 173 (2012) 210– 219. 2012.
- CAMPBELL, M.K. **Bioquímica**. 3º Edição, Editora Artmed, Porto Alegre, 2006.
- CORSI, M. BALSAROBRE, M.A; SANDOD, P.M et al. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de braquiária In: Simpósio sobre manejo da pastagem. **Anais...** Piracicaba 1994.
- DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BATISTA, E.D.; HUHTANEN, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, 2013.
- GASTAL, F., SAUGIER, B. Relationships between nitrogen uptake and carbon assimilation in whole plants of tall fescue. **Plant Cell Environ.** 12, 407–418, 1989.
- HAECKER, T. L. 1913. Feeding dairy cows, Agric. Expt. Sta. Bull. 130. The University of Minnesota, St. Paul.
- HALL, M.B., e MERTENS, D.R. A 100-Year Review: Carbohydrates-Characterization, digestion, and utilization. **Journal Dairy Sci.**2017.
- HENRY, W. A., F. B. MORRISON. Feeds and Feeding, A Handbook for the Student and Stockman, 15th ed. **The Lakeside Press**, Chicago, IL. 1915.
- HINDRICHSEN, I. K., H.-R. WETTSTEIN, A. MACHMULLER, K. E. BACH KNUDSEN, J. MADSEN, AND M. KREUZER. Digestive and metabolic utilization of dairy cows supplemented with concentrates characterized by different carbohydrates. **Anim. Feed Sci. Technol.** 126:43–61. 2006.

- JONES E.L., SANT F.I., A photographic technique for assessing grazing behaviour and foraging activities of sheep on swards of selected PRG of varying WSC content, **Third Research Conference of Greenmount College of Agriculture and Horticulture**, Antrim, UK, 1992, pp. 73–74.
- JONKER, L. CHENG, G.R. EDWARDS, G. MOLANO, ET AL. COSGROVE. Nitrogen partitioning differs in sheep offered a conventional diploid, a high sugar diploid or a tetraploid perennial ryegrass cultivar at two feed allowances. **Animal Feed Science and Technology**. 2018.
- KOLVER ES, MULLER LD. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. **J Dairy Sci**. 1998.
- LAZZARINI, I. Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, vol.61, n.3, pp.635-647. ISSN 0102-0935. 2009.
- LEE, M., JONES, E. MOORBY, J. et al. Production responses from lambs grazed on *Lolium perenne* selected for an elevated water-soluble carbohydrate concentration. **Anim. Res.** 50 (2001) 441–449
- LEFEVRE, J., BIGOT, J., BOUCARD, J. Origin of foliar nitrogen and changes in free amino-acid composition and content of leaves, stubble, and roots of perennial ryegrass during regrowth and after defoliation. **J. Exp. Bot.** 42, 89–95. 1991.
- MANGAN, J.L., 1982. The nitrogenous constituents of fresh grass. In: D.J. Thomson, D.E. Beever, and R.G. GUM (Editors), *Forage Protein in Ruminant Animal Production*. Oct. Symp. No. 6, Br. Sot. of Anim. Prod., pp. 25-40.
- OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W. S. Balanço do nitrogênio (15N) da uréia nos componentes de uma pastagem de capim-marandu sob recuperação em diferentes épocas de calagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 06, p. 1982-1989, 2007.
- OWENS, F.N.; ZINN, R. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal, digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1988. p.227-249.
- SINCLAIR, T.R. AND SERRAJ, R., 1995. Dinitrogen fixation sensitivity to drought among grain legume species. **Nature**, 378: 344.
- SNNIFEN, C.J.; O’CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: **Cornell University Press**, 476 p. 1994.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.