

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CONSUMO E UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES POR OVINOS EM PASTAGEM
DE AZEVÉM ANUAL**

EDUARDO BOHRER DE AZEVEDO

Médico Veterinário – UFSM
Mestre em Zootecnia – UFRGS

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de
Doutor em Zootecnia
Área de Concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Abril de 2011

CIP - Catalogação na Publicação

Azevedo, Eduardo Bohrer de
Consumo e utilização de nutrientes por ovinos em
pastagem de azevém anual / Eduardo Bohrer de
Azevedo. -- 2011.
182 f.

Orientadora: Vivian Fischer.
Coorientador: César Henrique Espírito Candal Poli.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2011.

1. Nutrição animal. 2. Ruminantes. 3. Consumo. 4.
Ovinos. I. Fischer, Vivian, orient. II. Poli, César
Henrique Espírito Candal, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

EDUARDO BOHRER DE AZEVEDO
Médico Veterinário e
Mestre em Agronomia

TESE

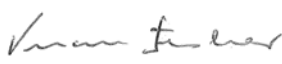
Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

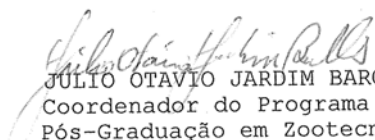
DOUTOR EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil


Aprovado em: 08.04.2011
Pela Banca Examinadora

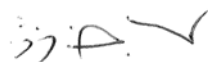
Homologado em:
Por


VIVIAN FISCHER
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador

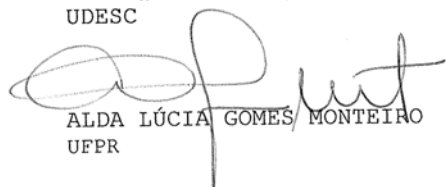

JULIO OTAVIO JARDIM BARCELLOS
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia



CÉSAR HENRIQUE ESPÍRITO CANDAL POLI
Co-orientador


CONCEPTA MARGARET MCMANUS PIMENTEL
PPG Zootecnia/UFRGS


ENIO ROSA PRATES
PPG Zootecnia/UFRGS


HENRIQUE MENDONÇA NUNES RIBEIRO FILHO
UDESC


ALDA LÚCIA GOMES MONTEIRO
UFPR


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de Agronomia

“Nesta jornada terrena, aprende muito quem anda... Sempre que a alma se
*agrand*a, a estrada fica pequena”

Jayme Caetano Braun

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, Carlos Alberto e Elisabete, e à minha família... meu costeio, meu esteio, meu cerne.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, proteção e por me guiar no caminho escolhido.

Aos meus pais, Carlos Alberto e Elisabete, pelo amor e carinho que me ajudaram a trilhar essa etapa. Fizeram-me ir tão longe, mas sempre estando muito próximos.

À minha irmã Fernanda, minha segunda mãe Ni, minha afilhada Malu e meu cunhado Luciano, meus anjos da guarda, e que me fazem sentir muito seguro no meu caminho, pois são meu refúgio.

Ao Professor César Poli pela confiança em mim depositada, amizade, conhecimentos e estímulo a fazer o Doutorado sanduíche.

À Professora Vívian Fischer pela acolhida, ensinamentos e conselhos.

Ao Professor Paulo Carvalho pela confiança no trabalho proposto, auxílio nos experimentos e conhecimentos repassados ao longo do curso.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, principalmente Prof. Prates, Prof. Jorge Lopez (*in memoriam*), Prof. Nabinger e Prof. Braccini.

Ao CNPq pela bolsa de Doutorado e bolsa de Doutorado Sanduíche.

Aos meus irmãos de coração, Diego e Gracélia (Grô). Diego sempre no costado... discuti, trabalhou, analisou e nunca afrouxou. Grô sempre atenciosa e paciente, facilitou minha caminhada. Participaram tão intensamente dessa etapa e fazem parte da conquista.

Aos colegas da Pós-Graduação, principalmente os que ajudaram nos experimentos. Mônica, que dividiu as agruras do experimento de campo, à Gláucia, Lidiane, Ângela (e a Duda também!), Felipe (esquila dos animais) e Carol (auxílio na estatística). Ao André Silveira pela idéias e pronta disponibilidade nas discussões científicas. Ao Cássio Wilbert e o Sérgio Costa.

Aos bolsistas de graduação, principalmente o Marquinhos e o Dutra.

Aos estagiários de outras Instituições (UFMS, UTFPR, UDESC, ULBRA, UFPR), foram muitos que passaram pela EEA, com grande contribuição ao trabalho.

Às funcionárias do Laboratório de Nutrição Animal, Mônica e principalmente à Andressa, meu anjo da guarda, que com muito carinho e dedicação facilitou minha caminhada nessa reta final.

Ao Professor Laerte Nörnberg, meu mestre, mais uma vez, sempre disponível quando eu precisei. E aos Tropeiros do NIDAL, sempre me fazendo um costado nas análises de laboratório.

Ao Professor Gilberto Kozloski pelo auxílio no projeto e pela pronta disponibilidade nas análises de urina.

Aos servidores da UFRGS, à Ione (secretária), o Adão e o Tonho (Departamento de Solos), e os funcionários da Estação Experimental Agrônômica.

Aos amigos da UNICEN (Tandil, Argentina): Guillermo, Horácio, Maria, Marichu, Federico e Laura. Gracias hermanos!

Ao Professor Steve Morris por me aceitar no seu grupo de pesquisa na Massey University. Também a Professora Sarah Pain e Professor John

Hodgson pelos auxílios nos experimentos conduzidos na Nova Zelândia e nos dados da Tese.

Aos amigos “kiwis”, principalmente ao Roberto, Eduardo, Fernanda, Flávia, Guilherme, Rafael, Carol, Ricardo, Nico, Camila, Javier e Tobias.

Aos amigos do apartamento Santo Antônio, Rafa, Pedó e Sergiomar.

Enfim, a todos que contribuíram de uma maneira ou de outra para a realização do curso e desta Tese.

Muito obrigado!!!!

CONSUMO E UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES POR OVINOS EM PASTAGEM DE AZEVÉM ANUAL ¹

Autor: Eduardo Bohrer de Azevedo

Orientador: Vivian Fischer

Co-Orientador: César Henrique Espírito Candal Poli

RESUMO – Objetivou-se avaliar níveis de oferta de forragem para ovinos alimentados com azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.). Realizou-se ensaios com ovinos em gaiolas de metabolismo, recebendo níveis de oferta (1,5; 2; 2,5% do peso vivo de matéria seca e *ad libitum*) em três estádios fenológicos da planta (vegetativo, pré-florescimento e florescimento). Com os dados desses mesmos ensaios, gerou-se equações de estimativa de consumo e digestibilidade da matéria orgânica, por meio de marcadores fecais (nitrogênio e fibra em detergente ácido). Utilizando essas equações, estimou-se o consumo e digestibilidade com o objetivo de testar o efeito de níveis de oferta de azevém anual para ovinos, avaliando o desempenho, consumo e excreção de nitrogênio. Os tratamentos aplicados foram três intensidades de pastejo (alta, moderada e baixa), definidas por oferta de forragem que representassem 1,25, 2,5 ou 5,0 vezes o potencial de consumo, em método de pastoreio contínuo. Também fez-se medidas da pastagem (massa de forragem, altura, componentes morfológicos), ganho médio de peso e excreção de nitrogênio. Pelo ensaio em gaiolas de metabolismo pode-se verificar que o consumo de matéria seca aumenta com o aumento dos níveis de oferta de azevém, independente do estágio fenológico da planta. No entanto o consumo de nutrientes só aumenta quando o animal tem condições de selecionar componentes de maior qualidade. A digestibilidade e o aproveitamento dos nutrientes são afetados pelo consumo, sendo dependentes da oportunidade de seleção que é dada ao animal. Em função da qualidade do alimento que está consumindo, o animal modula sua cinética digestiva de modo a consumir mais energia e reter mais nitrogênio. Verificou-se também que o nitrogênio fecal tem ótimo potencial de uso para estimativa de consumo e digestibilidade por ovinos em pastagem de azevém anual. No ensaio de pastejo, comprovou-se que a estrutura e a composição morfológica da pastagem de azevém anual são afetadas de maneiras distintas por diferentes pressões de pastejo com ovinos. Essas modificações são variáveis em função do ciclo fenológico da pastagem. Tais modificações interferem no ganho de peso, onde ofertas acima de 3,10 vezes o potencial de consumo são recomendadas. O consumo e a digestibilidade são afetados de formas diferentes nos estádios de maturidade avaliados, em decorrência principalmente da participação de folhas na planta, sem afetar, no entanto, a excreção de nitrogênio.

¹Tese de Doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (182p.) Abril, 2011.

INTAKE AND NUTRIENT UTILIZATION IN SHEEP FED WITH ITALIAN RYEGRASS ²

Autor: Eduardo Bohrer de Azevedo

Orientador: Vivian Fischer

Co-Orientador: César Henrique Espírito Candal Poli

ABSTRACT - Levels of forage supply for sheep fed with Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) were studied. Trials were carried out in metabolic cages, offering levels (1.5, 2, 2.5% of live weight of dry matter and *ad libitum*) at three plant phenological stages (vegetative, pre-flowering and flowering). With the data of these trials, equations were generated to estimate intake and digestibility of organic matter by fecal markers (nitrogen and acid detergent fiber). Using these equations, the intake and digestibility were estimated to test the effect of allowance levels of Italian Ryegrass for sheep in pasture, evaluating weight, intake and nitrogen excretion. Three grazing intensities (high, moderate and low) as defined by herbage allowance were used to represent 1.25, 2.5 or 5 times the potential intake in continuous grazing. Pasture measurements (herbage mass, sward height, morphological composition) were carried out and live weight gain and nitrogen excretion measured. By testing in metabolism cages, it was verified that the dry matter intake increases with the increase of ryegrass intake, regardless of developmental stage of the plant. However nutrient intake only increases when the animal is able to select higher quality components. The digestibility and utilization of nutrients are affected by intake, are dependent on the chance of selection that is given to the animal. Depending on the quality of forage that is offered, the animal modulates its digestive kinetics in order to intake more energy and retain more nitrogen. It was also found that the fecal nitrogen has great potential use to estimate intake and digestibility by sheep grazing Italian Ryegrass. In the grazing trial, the structure and morphological composition of Italian Ryegrass are affected in different ways by different grazing intensities by sheep. These modifications vary depending on the phenological stage of the pasture. These changes interfere on weight gain, which offers up to 3.10 times the potential intake are recommended. Intake and digestibility are affected at different ways in maturity stages evaluated, mainly due to the participation of leaves, without affecting, however, the excretion of nitrogen.

²Doctoral thesis in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (182p.) April, 2011.

SUMÁRIO

1.0	CAPÍTULO I	1
1.1	INTRODUÇÃO	2
1.2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
	1.2.1 Utilização do azevém anual em sistemas pastoris.....	4
	1.2.2 Efeito da maturidade no consumo e na qualidade da forragem	10
	1.2.3 Níveis de oferta de forragem e suas interações nutricionais.....	13
	1.2.4 Utilização de marcadores em estudos nutricionais	23
	1.2.5 Nitrogênio fecal como índice para estimativas nutricionais	26
1.3	HIPÓTESES E OBJETIVOS	34
2.0	CAPÍTULO II	35
	Níveis de oferta de azevém anual em diferentes estádios de maturidade e suas implicações na utilização dos nutrientes	36
	2.1 Introdução.....	38
	2.2 Material e Métodos	39
	2.3 Resultados.....	45
	2.4 Discussão	55
	2.5 Conclusões.....	63
	2.6 Literatura citada.....	64
3.0	CAPÍTULO III	67
	Uso do nitrogênio fecal para estimativa de consumo e digestibilidade de azevém anual por ovinos	68
	3.1 Introdução.....	70
	3.2 Material e Métodos	72
	3.3 Resultados.....	77
	3.4 Discussão	82
	3.5 Conclusões.....	86
	3.6 Literatura citada.....	86
4.0	CAPÍTULO IV	89
	Consumo, digestibilidade, excreção de nitrogênio e desempenho de ovinos pastejando azevém anual sob níveis de oferta de forragem	90
	4.1 Introdução.....	91
	4.2 Material e Métodos	93
	4.3 Resultados.....	99

4.4	Discussão	104
4.5	Conclusões.....	107
4.6	Literatura citada.....	108
5.0	CAPÍTULO V.....	111
	Considerações finais	112
6.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
7.0	APÊNDICES	122
8.0	VITA	166

RELAÇÃO DE TABELAS

CAPÍTULO II	35
Tabela 1. Composição bromatológica e componentes morfológicos do azevém oferecido em diferentes estádios fenológicos	41
Tabela 2. Resumo das respostas das análises de variância para efeitos de ano e interação entre estádio e tratamento nas variáveis analisadas.....	46
Tabela 3. Parâmetros da cinética digestiva de ovinos consumindo azevém anual	52
CAPÍTULO III	67
Tabela 1. Composição bromatológica e componentes morfológicos do azevém oferecido	74
Tabela 2. Equações de relação entre o coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (DMO, g/kg) e teores de componentes fecais (nitrogênio fecal e FDA, g/kg de matéria orgânica)	81
CAPÍTULO IV	89
Tabela 1. Composição bromatológica de azevém anual obtido por simulação de pastejo	96
Tabela 2. Oferta real e parâmetros da pastagem com ovinos em azevém anual submetidos a níveis de oferta (vezes o potencial de consumo).....	100
Tabela 3. Composição morfológica de azevém anual submetido à níveis de oferta (vezes o potencial de consumo)	101
Tabela 4. Consumo, digestibilidade e excreção de nitrogênio por ovinos em pastagem de azevém anual submetidos a níveis de oferta (vezes o potencial de consumo)	103

RELAÇÃO DE FIGURAS

CAPÍTULO II	35
Figura 1. Análise de agrupamento dos experimentos baseado na composição química e morfológica do azevém anual oferecido, onde: veg = vegetativo; preflor = pré-florescimento; flor = florescimento.	40
Figura 2. Relações entre a oferta (% do peso vivo de matéria seca de azevém) e os consumos de matéria orgânica, matéria seca e de FDN por ovinos alimentados com azevém anual em diferentes estádios de maturidade	47
Figura 3. Relações entre a oferta (% do peso vivo de matéria seca de azevém) de matéria seca de azevém e os consumos de proteína degradável no rúmen (CPDR) e matéria orgânica digestível (CMOD), e a relação entre CPDR e CMOD por ovinos alimentados com azevém anual em diferentes estádios de maturidade.	48
Figura 4. Relações entre a oferta (% do peso vivo de matéria seca de azevém) e os consumos dos componentes morfológicos (g/UTM) por ovinos alimentados com azevém anual em diferentes estádios de maturidade.	49
Figura 5. Relação entre os componentes consumidos e ofertados (% do total oferecido) em ovinos recebendo oferta restrita de azevém anual (1,5%) ou à vontade (<i>ad libitum</i>).	50
Figura 6. Relações entre a oferta (% do peso vivo de matéria seca de azevém) e as digestibilidades da matéria orgânica (DMO) e da FDN (DFDN) em ovinos alimentados com azevém anual em diferentes estádios de maturidade	51
Figura 7. Relações entre a oferta (% do peso vivo de matéria seca de azevém) e o consumo de nitrogênio, excreção nitrogenada pela urina e pelas fezes e retenção de nitrogênio por ovinos alimentados com azevém anual em diferentes estádios de maturidade.	53
Figura 8. Relações entre a oferta (% do peso vivo de matéria seca de azevém) e a síntese de proteína microbiana e a eficiência da síntese microbiana por ovinos alimentados com azevém anual em diferentes estádios de maturidade.	54
Figura 9. Análise de relação canônica comparando os estádios de maturidade do azevém anual. Veg = vegetativo; Pre-F = pré-florescimento; Flor = florescimento. CMOD = consumo de matéria orgânica digestível; DFDN = digestibilidade da fibra em detergente neutro; CMO = consumo de matéria	

orgânica; DMO = digestibilidade da matéria orgânica; CPDR = consumo de proteína degradável no rúmen. 55

CAPÍTULO III..... 67

Figura 1. Análise de agrupamento baseado na composição química de azevém anual oferecido à ovinos em sete experimentos utilizados para avaliação do nitrogênio fecal como marcador, onde: veg = vegetativo; preflor = pré-florescimento; flor = florescimento. 73

Figura 2. Relação entre o conteúdo fecal de nitrogênio diário (g/d) e o consumo de matéria orgânica (g/d) por ovinos alimentados com azevém anual em estágio vegetativo. $CMO = 132,51 + 84,40NF$; $P < 0,0001$; $R^2 = 0,92$; $ERE = 9,52\%$ 78

Figura 3. Relação entre o conteúdo fecal de nitrogênio diário (g/d) e o consumo de matéria orgânica (g/d) por ovinos alimentados com azevém anual em estágio de pré-florescimento. $CMO = 86,98 + 138,15NF$; $P < 0,0001$; $R^2 = 0,92$; $ERE = 9,09\%$ 78

Figura 4. Relação entre o conteúdo fecal de nitrogênio diário (g/d) e o consumo de matéria orgânica (g/d) por ovinos alimentados com azevém anual em estágio de florescimento. $CMO = 146,24 + 107,60NF$; $P < 0,0001$; $R^2 = 0,81$; $ERE = 9,94\%$ 79

Figura 5. Relação entre o coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (DMO) e o teor de proteína bruta na matéria orgânica (PBf, g/kg MO) nas fezes de ovinos alimentados com azevém anual. 80

Figura 6. Relação entre o coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (g/kg) e o teor de FDA na matéria orgânica (g/kg MO) nas fezes de ovinos alimentados com azevém anual. $DMO = 1,1614 - 0,0012FDAf$; $R^2 = 0,73$ 80

Figura 7. Relação entre a produção fecal observada (PFO, g/d) e a produção fecal estimada (PFE, g/d) de ovinos pastejando azevém anual. $PFO = -34,64 + 1,276PFE$; $P < 0,0001$; $R^2 = 0,94$; $R = 0,97$ 82

CAPÍTULO IV 89

Figura 1. Relação entre a oferta e a participação de folhas em pastagem de azevém anual sob níveis de oferta de forragem no período de pré-florescimento..... 101

Figura 2. Relação entre a oferta e o ganho médio diário de ovinos em pastagem de azevém anual, durante todo o período experimental..... 102

Figura 3. Relação entre a oferta e o consumo de matéria orgânica digestível por ovinos em pastagem de azevém anual sob níveis de oferta de forragem no período de pré-florescimento. 104

LISTA DE ABREVIATURAS

CA: carga animal
CFDN: Consumo de fibra em detergente neutro
CMO: consumo de matéria orgânica
CMOD: consumo de matéria orgânica digestível
CMS: Consumo de matéria seca
CN: Consumo de nitrogênio
CPDR:CMOD: relação entre o consumo de proteína degradável no rúmen e o consumo de matéria orgânica digestível, expressa em percentagem
Cr: cromo
CV: Coeficiente de variação
DE: degradabilidade efetiva
DFDN: digestibilidade da FDN
DMO: digestibilidade aparente da matéria orgânica
ERE: erro relativo da estimativa
FDA: Fibra em detergente ácido
FDAf: Fibra em detergente ácido fecal
FDN: Fibra em detergente neutro
 k_1 : medida quantitativa da velocidade fracional de passagem do marcador pelo rúmen-retículo
 k_2 : medida quantitativa da velocidade fracional de passagem do marcador pelo ceco e cólon proximal
LDA: Lignina em detergente ácido
MF: massa de forragem
MO: Matéria orgânica
MOD: matéria orgânica digestível
MPS: Matéria pré-seca
MS: matéria seca
N: nitrogênio
NF: nitrogênio fecal
NT: Nitrogênio total
OFR: oferta de forragem real
PB: proteína bruta
PBf: proteína bruta fecal
PV: peso vivo (kg)
PDR: proteína degradável no rúmen
TDA: taxa de acúmulo de forragem diária
TGI: trato gastrintestinal
TRC: tempo médio de retenção do marcador no trato digestivo posterior

TRR: tempo médio de retenção do marcador no rúmen-retículo
TT: tempo de trânsito
TTR: tempo total médio de retenção do marcador no TGI
UTM: unidade de tamanho metabólico ($PC^{0,75}$)

1.0 CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO

A utilização de plantas forrageiras como base de alimentação dos ruminantes apresenta maior economicidade nos sistemas de produção utilizados no Brasil e ganhou, atualmente, maior importância pelo forte apelo ambiental. Pela diversidade nas formas de utilização de pastagens, diferentes respostas no desempenho são obtidas, e torna-se importante o entendimento dos aspectos peculiares a situações produtivas regionais.

Na região sul brasileira, de clima subtropical, no período hibernal são verificadas reduções nos índices produtivos, onde as baixas temperaturas prejudicam o crescimento e a qualidade das plantas forrageiras tropicais, exóticas e nativas. Essa lacuna produtiva tem sido contornada, em parte, pela utilização de pastagens adaptadas à esse clima, e dentre elas se destaca o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), que alia satisfatórias produções de matéria seca em temperaturas mais amenas com qualidade nutricional.

O potencial de uso desse recurso forrageiro pode ser aumentado, aliando técnicas de manejo e um melhor conhecimento nutricional das distintas situações verificadas ao longo do ciclo produtivo da pastagem. Dessa maneira, busca-se a otimização na utilização dos nutrientes disponíveis para o animal, sem afetar o ciclo biológico do azevém, principalmente quando se utiliza o sistema de integração lavoura-pecuária, com o plantio de culturas de verão (soja e milho, principalmente) e uma planta hibernal (azevém) como cobertura de solo no inverno e também fonte de alimento para produção animal.

Para tanto, no Capítulo I é realizada uma revisão de literatura

sobre os assuntos abordados nos ensaios científicos realizados para compor a presente tese, sendo finalizado com as hipóteses e os objetivos que nortearam os estudos. O Capítulo II é composto pelo artigo que avaliou níveis de oferta de azevém anual em diferentes estádios de maturidade, estudando seus efeitos no consumo e digestibilidade dos nutrientes, consumo dos componentes morfológicos da planta, cinética digestiva, utilização do nitrogênio ingerido, bem como a síntese de proteína microbiana. O Capítulo III contém o artigo que avaliou a utilização do nitrogênio fecal para estimativa de consumo e digestibilidade de azevém anual por ovinos em experimentos de pastejo. O Capítulo IV avaliou o desempenho, consumo, digestibilidade e excreção de nitrogênio por ovinos pastejando azevém anual sob níveis de oferta de forragem. Finalmente, no Capítulo V consta as considerações finais baseadas nos artigos acima descritos.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 Utilização do azevém anual em sistemas pastoris

A região de clima subtropical no sul do Brasil é caracterizada por seu verão quente e seco e inverno frio e chuvoso. No período que compreende maio a setembro as temperaturas mais baixas acabam reduzindo as taxas de crescimento de forrageiras tropicais e até mesmo das plantas forrageiras nativas da região. Como alternativa para contornar a deficiência em quantidade e qualidade de pasto principalmente no inverno, o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) é responsável por grande área cultivada no Rio Grande do Sul, especialmente por seu potencial produtivo e ser adaptado às condições ambientais do Estado.

De acordo com o levantamento realizado pelo Sebrae/Senar/Farsul (2005), constatou-se que 81% dos produtores do Rio Grande do Sul utilizam pastagem anual cultivada de inverno, destes, 28% são exclusivas de azevém e 56% de associação entre azevém e aveia. Com as informações desse relatório, ainda se pode concluir que a percentagem de produtores que utilizam espécies forrageiras de inverno em seus sistemas de criação, no Sul do Brasil, é elevada.

O azevém anual é uma planta originária da Bacia do Mediterrâneo sendo cultivado inicialmente ao norte da Itália. Foi introduzido no Brasil por meio dos imigrantes italianos (Floss, 1988), onde adaptou-se bem às condições edafoclimáticas do subtropico brasileiro. Quanto à sua distribuição, Flaresso & Almeida (1992) descrevem que o azevém anual é uma gramínea empregada

como forrageira de inverno, em cultivo único ou consorciado, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e nas regiões mais frias do Paraná.

Canto et al. (1999) qualificam o azevém anual como uma planta que pode ser utilizada para pastejo, feno, silagem pré-secada e fornecimento verde no cocho dos animais. O autor também destaca a facilidade de ressemeadura natural, a resistência a doenças, versatilidade de uso em consórcio com outras forragens e o potencial de produção de sementes. Tonetto (2009) destaca que a seleção natural em diferentes ambientes e a ação do animal e do homem levaram ao desenvolvimento de populações com distintas características, as quais representam um importante recurso a ser preservado para uso futuro. No entanto, é importante destacar que poucas ações foram tomadas no Brasil no sentido de melhoramento genético da espécie, o que de certa forma contribui para seu sub-aproveitamento como forma de alimentação para os ruminantes.

O azevém anual é uma planta cespitosa de clima temperado e possui rota metabólica C3 (Carámbula, 1998), exige solo fértil para boa produção, tem preferência por solos com maior capacidade de retenção de umidade, mas não se adapta bem aos extremos de umidade e temperatura. Atualmente, esta forrageira é uma das mais utilizadas no sul do Brasil por apresentar elevada produção de forragem de alto valor nutritivo, tolerância ao pisoteio, capacidade de rebrota e de manter-se no campo por ressemeadura natural podendo ser utilizada para melhoramento das pastagens naturais ou constituindo pastagens monofíticas ou em consórcio (Quadros et al., 2003).

O azevém anual apresenta crescimento lento em baixas temperaturas, principalmente nos meses de junho e julho, apesar de ser uma

planta de clima ameno. Ele aumenta sua produção de matéria seca em temperaturas mais elevadas na primavera (Roso et al., 2000), com produção máxima verificada ao redor de 22°C (Alvim & Mozzer, 1984). Esses últimos autores também ressaltam a importância da produção de matéria seca de azevém nos meses de outono e inverno, por ser o aporte alimentar fundamental neste período justamente quando as pastagens nativas e tropicais apresentam baixa produtividade.

Diversos estudos são conduzidos no Rio Grande do Sul a respeito de produção animal em pastos de azevém anual e isso ilustra a importância dessa espécie nos sistemas de produção pecuária no sul do Brasil. Trabalhos realizados com cordeiros amamentados e em pastagem de azevém anual mostraram ganhos individuais superiores (Tonetto et al., 2004) ou semelhantes (Frescura et al., 2005) aos ganhos observados para ovinos em confinamento, atribuindo esses resultados à qualidade da pastagem e menor estresse ao animal no ambiente pastoril. Farinatti et al. (2006) observaram que cordeiras mantidas exclusivamente em pastagem de azevém anual, com oferta não limitante de lâminas foliares verdes, obtiveram ganhos individuais semelhantes aos das cordeiras que receberam farelo de soja ou grão de milho como suplemento.

É de corrente conhecimento que o manejo da pastagem ao longo do seu ciclo exerce influência sobre o desempenho animal e na otimização do aproveitamento do pasto (Nabinger, 1997). Em pastagens anuais, como o azevém anual, cortes intensos promovidos pelo excesso de carga animal diminuem o potencial fotossintetizante das plantas, acarretando em expressiva

redução na produção de matéria seca e semente (Medeiros & Nabinger, 2001). No entanto, cortes tardios podem provocar danos irreversíveis nos perfilhos mais velhos e mais produtivos, quando seus pontos de crescimento são removidos (Ahrens & Oliveira, 1997).

Ensaio realizados com azevém anual no sul do Brasil mostram as diferentes respostas da planta frente aos diferentes tipos de manejo empregados. Pontes et al. (2004), ao estudarem os fluxos de biomassa foliar em azevém anual manejado em diferentes alturas (5, 10, 15 e 20 cm), observaram que o desempenho de borregos sofreu influência da altura do dossel, sendo os melhores ganhos, tanto individuais como por área, observados quando o pasto foi mantido com altura entre 10 e 15 cm. Canto et al. (1999) e Roman et al. (2007) observaram aumento linear no ganho médio diário de cordeiros e borregas, respectivamente, com o aumento da massa de forragem em azevém anual, ao longo de todo o ciclo da cultura. Essas variações no desempenho de ovinos, possivelmente estão relacionadas a alterações na estrutura do azevém quando submetido a diferentes intensidades de pastejo. De acordo com Pontes et al. (2003), a utilização de severas intensidades de desfolha provoca alterações na morfogênese e estrutura do azevém anual, diminuindo o aproveitamento dos recursos do meio para produção de forragem.

Dentre as formas de utilização do azevém anual nos sistemas de produção, a integração lavoura-pecuária vem ganhando destaque ao longo dos anos. Apesar da resistência de parte dos produtores na utilização da forragem de cobertura de inverno na alimentação dos animais, pesquisas (Carvalho et

al., 2005) apontam que se a carga animal for bem manejada, há melhoras expressivas na produtividade de grãos, bem como incremento na renda da propriedade pela inclusão dos lucros gerados pela produção animal no inverno. Lunardi et al. (2008) verificaram um aumento de produção de soja de 50% ao se comparar uma área com pastejo moderado sobre o azevém no inverno (1,384 kg/ha) e outra sem ocupação de animais (934 kg/ha). Os autores consideram que o acúmulo de massa de forragem no tratamento sem pastejo, possivelmente tenha imobilizado maior quantidade de nutrientes do que aquela imobilizada nas áreas pastejadas, devido à transformação da forragem em urina e fezes, acelerando o processo de ciclagem de nutrientes no sistema.

No que se refere especificamente à produção de carne ovina, o sistema de integração lavoura-pecuária tem sido estudado com vistas a esclarecer os efeitos da forma de manejo do azevém na produtividade animal (Silveira, 2001; Barbosa et al., 2007), características da carcaça (Carvalho et al. 2006), no fluxo de biomassa da planta (Pontes et al., 2004; Cauduro et al., 2007), mas também, de forma mais global na produtividade de grãos na cultura subsequente no verão, e na produtividade total do sistema (Freitas, 2008).

Silveira (2001) conduzindo um ensaio com azevém anual manejado em alturas crescentes da pastagem verificou que a manutenção das pastagens em alturas baixas (5 cm) constituiu um sério entrave no desempenho dos cordeiros manejados nestas pastagens pela restrição alimentar. No entanto, com alturas maiores (20 cm) o desempenho é reduzido pela dificuldade de apreensão de material de boa qualidade (folhas) pelo incremento da relação colmo:folha. Dessa maneira verificou-se relação quadrática entre o ganho de

peso e a altura e oferta de forragem, com melhores desempenhos ao se oferecer 15% de forragem pelo peso vivo, em altura média de 14 cm. Barbosa et al. (2007) avaliando métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades (moderada e baixa) verificaram superioridade do pastoreio contínuo em relação ao rotativo e da intensidade de pastejo baixa no desempenho animal individual e por área.

Fica clara a influência do manejo da pastagem aplicado na produtividade animal. No entanto, o conhecimento mais aprofundado de alguns fatores, principalmente os que se referem ao aspecto nutricional ainda não foram claramente estabelecidos, e seu entendimento está interligado com os mecanismos inerentes a esse sistema. No que se diz respeito à ciclagem de nutrientes (nitrogênio, principalmente) no sistema como um todo, é importante saber as quantidades ingeridas e posteriormente excretadas pelo animal, e de que forma o manejo da pastagem vai influenciar na eficiência da utilização desses nutrientes. Para isso, se faz necessário fazer medidas acuradas de consumo, produção fecal e excreção urinária de modo que as medidas possam ser utilizadas no entendimento do sistema, e até mesmo usadas em modelos nutricionais mais atuais, como aqueles propostos pelo NRC (2001, 2007) e por Cannas et al. (2004), os quais incluem cálculos de excreção de nutrientes como forma de avaliação da dietas.

1.2.2 Efeito da maturidade no consumo e na qualidade da forragem

Em linhas gerais, é fato que o valor nutritivo de plantas forrageiras decresce à medida que essa atinge o seu ponto de maturidade. O efeito da maturidade na digestão e, por consequência, no desempenho animal é resultado principalmente de mudanças na morfologia da planta e nos componentes da parede celular, afetando o consumo e a digestibilidade da matéria seca (Van Soest, 1994). A planta está continuamente modificando sua qualidade, à medida que se aproxima da maturidade. O teor de parede celular aumenta, a lignina se acumula, afetando cada vez mais os outros componentes, e, ao final do ciclo a maturidade da pastagem é atingida mais rapidamente (Minson, 1990).

A digestibilidade é uma medida de qualidade da pastagem e se refere quanto à proporção do alimento ingerido que pode ser usado pelo animal para satisfação de suas necessidades nutricionais. A sua qualidade reduz à medida que a planta atinge a maturidade, e a indigestibilidade dos componentes estruturais (colmo) contribui em grande parte nessa diminuição. Em gramíneas, as folhas tem sua digestibilidade reduzida (Cherney et al., 1990), mas a maior parte das mudanças são resultado do aumento da participação do colmo com a maturação.

Tendo em mente que o decréscimo da qualidade da forragem ao longo do seu ciclo se deve às mudanças químicas e estruturais, fica claro a importância do estudo dos principais constituintes da planta (folha e colmo) e suas influências no consumo e digestão da forragem. Poppi et al. (1981)

observaram que o consumo de folhas é maior que de colmos, oferecendo os componentes em separado na dieta, mesmo com as digestibilidades sendo iguais. Em estudo conduzido por Cherney et al. (1990), foi possível constatar que os conteúdos de folha e colmo foram estreitamente relacionados com o consumo.

Ainda avaliando os componentes, pode-se afirmar que o colmo tem maior conteúdo de lignina, comparativamente às folhas, portanto um aumento na participação do colmo na composição total da planta, resulta em redução na digestibilidade (Cherney et al., 1990). Além disso, a morfologia da planta afeta a seletividade da dieta, por uma questão física, onde o aumento da relação colmo:folha acaba afetando a seleção por uma dieta de maior qualidade, bem como o volume total de forragem ingerida.

Em revisão sobre forrageiras tropicais, Minson (1980) cita que a taxa de redução da digestibilidade é de 0,1 unidades a cada dia. O aumento dos teores de fibra com o envelhecimento da planta foi constatado por Gerdes et al. (2005) ao avaliarem com ovinos uma mistura de aveia preta e azevém anual (espécies forrageiras de inverno). Esses autores constataram que o azevém apresentou aumento dos teores de FDN e FDA no período final do seu ciclo de crescimento, resposta essa atribuída à maturação, com acelerado acúmulo de carboidratos estruturais na parede celular de plantas forrageiras.

Em ensaio avaliando azevém perene, Chaves et al. (2002) observaram declínio na qualidade da pastagem, pela redução do teor de proteína bruta (de 22,5 para 7,2 %) associado ao aumento da porcentagem de FDN (42,1 para 56,3 %) e de lignina (2,49 para 3,07 %). As consequências do

aumento na maturidade da planta foram, a redução nas taxas de degradação da matéria seca e da proteína bruta medidas *in vitro* e menor produção de amônia por meio da degradação da proteína bruta. Os autores também observaram que as mudanças se tornaram mais rápidas à medida que se aproximava o período de maturidade da planta.

O estágio de maturidade da planta afeta a qualidade da dieta e o consumo voluntário de alimento, por consequência, modificações na cinética digestiva são verificadas pelas modificações químicas e estruturais verificadas ao longo do ciclo da planta. Diferenças morfológicas nas plantas podem resultar em diferentes tempos de retenção da forragem total (Poppi et al., 1981) o que afeta sobremaneira o consumo e a digestão dos nutrientes. Cherney et al. (1991) confirmou esse efeito, avaliando o tempo total de retenção no trato gastrointestinal dos componentes morfológicos da planta, concluindo que o tamanho da partícula e a participação de colmo na planta determinam o tempo de retenção médio da digesta no rúmen.

Fica evidente que os fatores que influenciam a qualidade da forragem estão ligados aos constituintes químicos (principalmente da parede celular) e a relação colmo:folha da mesma, sendo que o ciclo da planta resulta em modificações que culminam na redução do valor nutricional ao se aproximar do período de florescimento. Nesse sentido, ações que se referem a modificações genéticas na composição química da parede celular, bem como na morfologia, selecionando materiais com maior digestibilidade (Jung & Allen, 1995), já são realidade em diversos países do mundo, nas forrageiras utilizadas nos seus sistemas de produção. No entanto, a mesma mentalidade

ainda apresenta restrições para ser posta em prática com as plantas forrageiras utilizadas nos nossos sistemas de produção. O azevém anual é o grande exemplo, onde sua ampla utilização por suas qualidades produtivas no sul do Brasil, não parece ter sensibilizado para busca de seu melhoramento genético, tanto pela parte de melhorias na sua qualidade, principalmente nos períodos mais avançados de maturidade, bem como na ampliação seu ciclo, aumentando sua fase vegetativa.

1.2.3 Níveis de oferta de forragem e suas interações nutricionais

Os aspectos que regem os sistemas produtivos são fortemente influenciados pela quantidade de recursos destinados para promover os índices de produção. Na criação animal podemos considerar que a quantidade de alimento se encaixa nesse perfil, e em sistemas de ruminantes em pastejo esse aspecto torna-se fundamental, conforme já discutido na literatura (Givens et al., 2000).

No entanto, os aspectos nutricionais que explicam os fenômenos ocorridos por diferentes níveis de oferta de alimento, tais como consumo, digestibilidade, cinética digestiva e eficiência da utilização dos nutrientes ingeridos, variam em função da espécie forrageira, e dentro de espécie, em função do seu manejo e estágio de maturidade. O conhecimento dessa variação torna-se importante no entendimento dos resultados obtidos, e também na elaboração de modelos de estimativa de exigências nutricionais tais como o NRC (2007) e CSIRO (2007). Os sistemas nutricionais, em geral, tem

estabelecido fatores de correção para estimar a digestibilidade das dietas quando consumidas acima do nível de manutenção, estimando a digestibilidade com base nas suas taxas de degradação e passagem pelo rúmen (Cannas et al., 2004). No entanto, os efeitos interligados entre consumo, digestibilidade e taxa de passagem variam entre os alimentos (Van Soest, 1994).

O efeito do nível de oferta de forragem sobre os aspectos nutricionais e produtivos pode ser avaliado por duas abordagens; uma em experimentos conduzidos em gaiolas de metabolismo e outro em ensaios com animais em pastejo. Obviamente os fatores envolvidos nos dois tipos de avaliação são diferentes, e o objetivo nessa tese não é de compará-los. No entanto, algumas inferências podem ser feitas para melhorar o entendimento dos resultados verificados.

Em ensaios em gaiolas de metabolismo, para testar níveis de oferta de forragem, se trabalha com níveis de restrição e além de um nível supostamente não limitante do consumo voluntário, com pelo menos 10-20 % de sobras (Rymer, 2000; Baumont et al., 2004). Com alimentação restrita (abaixo das exigências de manutenção) o animal acaba por não exercer seleção da dieta, consumindo alimento de menor qualidade e em menor quantidade. Ao se oferecer volumoso à vontade, propicia-se ao animal exercer a seletividade, consumindo assim as porções mais digestíveis do alimento oferecido, determinando então que a oferta apresente correlação positiva com a seletividade.

De forma geral, os níveis de oferta para animais estabulados causam efeitos lineares positivos nos consumos de matéria seca, independente

do tipo de alimentação. Isso se verifica com alimentos de baixa qualidade, como palhas (Damasceno et al., 2000), feno de aveia de qualidade média (Ospina & Prates, 1998) e com feno de azevém anual de boa qualidade (Yamamoto & Maruyama, 1980). Por consequência disso, os consumos de energia e proteína apresentam o mesmo comportamento, pois além do aumento quantitativo da dieta, verifica-se aumento qualitativo quando o animal tem a oportunidade de selecionar porções menos fibrosas da planta. Damasceno et al. (2000) verificaram aumentos lineares no consumo de nitrogênio em função da oferta de palha. Da mesma forma, Morais et al. (2007) observaram aumentos lineares nos consumo de proteína e de matéria orgânica digestível ao ofertar níveis de capim elefante anão.

Entretanto, avaliando experimentos com animais em pastejo, o comportamento dos dados se modifica, principalmente quando as ofertas atingem níveis muito altos. Nesse tipo de situação, a relação entre a oferta e o desempenho assume comportamento quadrático. Rattray et al. (1987) observaram uma função curvilínea entre o ganho médio diário e a oferta de forragem. Respostas similares são reportadas por Maraschin & Jaques (1993), Mott (1960) e Piaggio & Prates (1997), para a relação entre a disponibilidade de energia da forragem e o consumo de matéria orgânica por bovinos.

A resposta quadrática pode ser discutida ao se avaliar a curva em duas partes: partindo-se de uma oferta de forragem baixa e elevando até níveis moderados verificam-se incrementos nos ganhos de peso dos animais. Em função dessa maior oferta, e conseqüente seletividade, o comportamento é modificado, reduzindo o tempo de pastejo, à medida que se aumenta a oferta

até um certo ponto, pois aumenta a quantidade do material preferido pelos animais (folhas verdes), facilitando a sua colheita, pela sua maior disponibilidade e mais fácil acesso. Ou seja, há benefícios ao animal, potencializando o consumo de matéria seca e a qualidade do que é colhido. A partir de um certo ponto de oferta, ocorre um maior acúmulo de componentes menos consumidos (colmo e material morto), e isso reflete no comportamento animal, e conseqüentemente no consumo.

Conforme mencionado anteriormente, quando se tem menor quantidade de folhas disponível, e de mais difícil acesso, o tempo de pastejo é aumentado e isso traz reflexos negativos sobre a quantidade de alimento consumido. O ponto de inflexão da curva gira em torno de 3 a 4 vezes o potencial de consumo do animal (Hodgson, 1990). O comportamento não linear dos parâmetros do comportamento ingestivo influencia a quantidade de alimento é influenciada da mesma maneira onde até certa quantidade de oferta é aumentada, e a partir de então, apresenta redução por consequência da modificação estrutural do volumoso que está sendo oferecido, pela redução no índice de área foliar e da densidade da forragem.

Os processos de apreensão e ruminação variam com o tipo de alimento, sendo as folhas o componente da planta mais consumido pelos animais (Poppi et al., 1987). Tal fato é normalmente atribuído ao maior teor de componentes digestíveis associado a um processo mais lento de lignificação da folha em relação ao caule a medida que a planta avança seu estágio de maturidade. Porém, de acordo com o estágio fenológico da pastagem e do manejo aplicado sobre ela, a proporção de colmos e inflorescências pode

afetar o consumo total e de cada componente morfológico do pasto.

A proporção folha:colmo diminui no estágio reprodutivo se comparada com o estágio vegetativo, de maneira que a maior concentração de colmos e material morto dificulta a ação seletiva dos animais, determinando um desempenho animal insatisfatório. Trabalhando com ovinos em azevém nos estádios vegetativo, pré-florescimento e florescimento, Pedroso et al. (2004) observaram um decréscimo no consumo de forragem ao longo do ciclo da cultura, o que atribuíram a: a) diminuições da taxa e do peso de bocados; b) prováveis aumentos do tempo de permanência da forragem no rúmen e retículo, em razão do maior teor de fibra da mesma; c) limitações comportamentais que impedem novos aumentos do tempo de pastejo.

Considerando o consumo como um dos principais fatores determinantes no desempenho dos animais, fica claro que a sua maximização traz reflexos positivos na produtividade animal. A aplicação prática de um manejo racional no sentido de ofertar o volumoso de maneira a otimizar o consumo e por conseqüência o desempenho, atinge também a esfera sistêmica, onde o ponto de maximização da ingestão coincide com o ponto de sustentabilidade da pastagem. Quando se propicia adequada cobertura vegetal ao solo, retira-se menos quantidade de matéria orgânica e causa menores danos ao crescimento da planta.

Os níveis de consumo de alimento impostos por diferentes ofertas podem ter efeito significativo na cinética digestiva dos nutrientes ingeridos. De forma geral, aumentos no consumo causam reduções no tempo de permanência do alimento ingerido no rúmen (Grovm & Williams, 1977) e por

consequência, aumento na taxa de passagem da porção sólida (Ospina, 1995; Morais et al., 2007). A causa da passagem do material ingerido ao longo do trato gastrointestinal pode ser atribuída a três fatores: redução do tamanho de partícula, escape do rúmen e movimento de partículas através do trato. O aumento no consumo de alimento pressiona o fluxo de resíduos indigeridos e assim aumenta a taxa de passagem. Dessa maneira, essa taxa é uma função do consumo e a parte que escapa da digestão é diretamente proporcional à taxa de passagem e à indigestibilidade (Van Soest, 1994).

A redução no consumo de forragem resulta em maior eficiência na mastigação, pelo maior tempo gasto colhendo o alimento e ruminando por kilograma de matéria seca ingerida, como consequência há redução do tamanho de partícula em nível de rúmen (Doreau et al., 2003). Em ensaio com ovinos recebendo níveis de oferta de capim elefante anão, Morais et al. (2007) verificaram aumentos na taxa de passagem da fase sólida do conteúdo digestório pelo retículo-rúmen, com consequente redução no tempo de retenção. De acordo com Forbes (2007), digestibilidade é o produto do tempo de retenção no rúmen pelas características de degradação do alimento. As partículas maiores dos alimentos permanecem por mais tempo no rúmen, tornando-o digerível em sua máxima extensão, ou seja, seu potencial de digestibilidade. No entanto, fatores como níveis de alimentação e capacidade do rúmen causam variações no tempo de permanência do alimento neste compartimento e, portanto, em sua digestibilidade.

Os aumentos nos consumos de alimento, por vezes geram alterações na utilização dos nutrientes ingeridos, pela modificação nos

coeficientes de digestibilidade. Considerando que os aumentos de consumo e da taxa de passagem resultam em um menor tempo de retenção da matéria orgânica no rúmen, menor é o tempo disponível para que os microorganismos celulolíticos atuem digerindo a fibra. Assim, a redução da digestibilidade que geralmente se observa quando maiores consumos são verificados, deve-se provavelmente aos resultados dos efeitos da competição da passagem e digestão da forragem pelo trato gastrointestinal. No entanto na literatura se encontram resultados conflitantes, onde em alguns casos se verifica redução da digestibilidade pelo aumento do consumo (Long et al., 2004; Leão et al., 2005), sem diferença na digestibilidade (Damasceno et al., 2000) e até mesmo maiores digestibilidades com maiores consumos (Fernandez-Rivera et al., 1994).

Essa variação dos resultados pode ser explicada, principalmente pelo tipo de alimento, sua composição química, heterogeneidade em termos de composição morfológica, e a forma como o mesmo foi oferecido aos animais. Nos casos em que se verifica redução nos coeficientes de digestibilidade em maiores níveis de consumo, o volumoso foi oferecido picado (Ospina & Prates, 2000; Morais et al., 2007) ou peletizado (Robertson & Van Soest, 1975), ou seja, minimizando os efeitos da seleção por diferentes porções do alimento. Isso comprova a tese de que o menor tempo de permanência do alimento no rúmen por conta do aumento do consumo, apresenta efeito negativo na digestão dos componentes do alimento (Staples et al., 1984), mas também mostrando que esse fenômeno é pronunciado quando a composição morfológica e química do que é consumido não se altera à medida que o

consumo aumenta.

Quando o animal tem a oportunidade de selecionar as porções menos fibrosas do alimento, deve-se considerar que a qualidade da dieta ingerida aumenta, o que acaba por neutralizar o efeito negativo de redução na digestibilidade em função de maior taxa de passagem. Em ensaios onde o alimento oferecido não é processado (por moagem ou trituração) e que o volumoso apresenta constituintes diferentes quimicamente (colmo e folhas, principalmente) à medida que a oferta não é limitante, o animal acaba por selecionar cada vez mais os constituintes mais digestíveis. É verdade que o efeito de tempo de retenção do alimento no rúmen está presente, mas numericamente o acréscimo do coeficiente de digestibilidade causado pela seleção, acaba anulando o efeito da maior taxa de passagem na depressão da digestibilidade. Fanchone et al. (2010) alimentaram ovinos com capim pangola com dois níveis de oferta em pastejo e não verificaram diferença estatística nos coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica. Resultado semelhante foi verificado por Bosman et al. (1995) quando ofereceram leguminosas tropicais para caprinos em diferentes níveis.

Dentre os componentes químicos da dieta, o nitrogênio assume posição de destaque por fazer parte da estrutura protéica, servindo de substrato para os microorganismos da flora ruminal e por sua utilização na constituição dos tecidos corporais. O seu metabolismo e utilização são influenciados pela oferta de forragem. Yamamoto & Maruyama (1980) em um ensaio com feno de azevém anual com cabras, verificaram aumentos no consumo de nitrogênio, na excreção pelas fezes e urina e na sua retenção à

medida que o consumo aumenta. Comportamento semelhante foi descrito por Long et al. (2004) em Yaks recebendo feno de aveia, por Singh et al. (2008) alimentando bovinos com palha de trigo e concentrado; e por Morais et al. (2007) alimentando ovinos com capim elefante anão.

O aumento no consumo de proteína é reflexo do consumo de matéria seca, sendo mais pronunciado quando o animal tem a oportunidade de selecionar as porções de maior qualidade. No caso da retenção de nitrogênio, seu aumento pode estar ligado ao aumento simultâneo no consumo de proteína e de matéria orgânica digestível (Morais et al., 2007). De acordo com os autores, essa situação propicia aumento nas quantidades de aminoácidos absorvidos, diminuindo a sua oxidação e a sua utilização como fonte de energia nos tecidos do animal.

O conteúdo protéico da digesta para ruminantes contém dois componentes: a proteína ingerida no alimento que não sofreu efeito da degradação ruminal e o originário da síntese microbiana. A degradação dos compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana ocorrem no rúmen e ambas servem como fonte de proteína à ser absorvida no intestino (Tamminga & Chen, 2000). A estimativa da contribuição da proteína microbiana no fluxo de proteína ao intestino está incorporado nos novos sistemas de avaliação de dietas, onde o suprimento de proteína microbiana ao animal por unidade de alimento ingerido está expresso como gramas de nitrogênio microbiano pelo consumo de matéria orgânica digestível fermentada no rúmen. Essa relação pode variar em até quatro vezes de acordo com os vários fatores relacionados à dieta (Chen & Gomes, 1995)

Long et al. (2004) utilizaram a técnica de estimativa da síntese microbiana pela excreção dos derivados de purina pela urina proposta por Chen & Gomes (1995), verificando aumentos na excreção de alantoína e ácido úrico pela urina à medida que o consumo de alimento aumentou. Considerando a relação entre esses derivados púricos e a produção de proteína microbiana, os autores concluíram que o aumento na ingestão de matéria seca propiciou aumento na síntese de proteína microbiana. A redução no consumo de matéria seca e, portanto, da energia, bem como o fornecimento de nitrogênio, pode, teoricamente aumentar a quantidade de uréia devido ao catabolismo de aminoácidos para serem utilizados como fonte de energia (Doreau et al., 2003).

Em ensaio com capim elefante anão, Morais et al. (2007) verificaram valores baixos de eficiência da síntese microbiana, e acreditam que isso seja reflexo da falta de sincronia entre as taxas de digestão da proteína (alta taxa de digestão, pelo alto teor de nitrogênio solúvel) e dos carboidratos (lenta taxa de degradação, pelo alto conteúdo de fibra) limitando assim o crescimento microbiano. Comparando feno de leguminosas com diferentes composições químicas, Mupangwa et al. (2000) constataram que a síntese de proteína microbiana foi aumentada quando o teor protéico da dieta aumentou. Os autores explicaram o efeito pelo aumento no consumo de proteína degradável e maior quantidade de matéria orgânica fermentável no alimento consumido. A literatura descreve que o aumento no consumo de matéria orgânica, bem como de matéria orgânica digestível apresentam reflexos expressivos na produção microbiana (Clark et al., 1992).

1.2.4 Utilização de marcadores em estudos nutricionais

O consumo voluntário de matéria seca é um dos principais componentes do processo produtivo, sendo considerado o principal determinante do consumo de nutrientes digestíveis e da eficiência com que tais nutrientes são utilizados nos processos metabólicos do animal (Ospina & Prates, 1998) para o atendimento de seus requisitos de manutenção e de produção, ou seja, é o fator que mais influencia o desempenho animal (Valadares Filho et al., 2006). Além do consumo, a digestibilidade é um fator importante na avaliação da dieta que está sendo oferecida ao animal, mas ambos são difíceis de serem mensurados em experimentos com animais em pastejo.

Baseando-se no fato de que o consumo pode ser avaliado pelo produto da divisão da produção fecal pela indigestibilidade do alimento, a estimativa de consumo pode ser feita pela determinação da produção total de fezes (gramas) e pela digestibilidade da dieta (Penning, 2004). A produção fecal pode ser medida com o auxílio de bolsas de coleta, no entanto, essa forma de coleta apresenta algumas desvantagens, citadas por Penning (2004): ser trabalhosa, pela grande quantidade de material a ser manipulado; afetar o comportamento animal durante o pastejo; dificultar a coleta em fêmeas, pela mistura das fezes com a urina e a possibilidade de perda de material, subestimando a quantidade real. Para mensurar a digestibilidade com os animais no campo, a dificuldade é maior pois não há maneira de quantificá-la de forma direta. Mas existem alternativas para a mensuração de ambas de forma indireta.

A metodologia mais comum de estimativa de consumo e digestibilidade em avaliações com animais em situação de pastejo é pela utilização de marcadores. A mesma não requer o manuseio de grande quantidade de material e permite obter informações como a quantidade total de alimentos ou de nutrientes específicos, a taxa de passagem da digesta por todo o trato digestivo e a digestibilidade de todo alimento ou de nutrientes específicos (Ferreira et al., 2009). Os indicadores podem ser classificados como internos, representados por substâncias presentes naturalmente em algum componente da dieta, ou externos, quando adicionados à dieta ou fornecidos via oral ou ruminal aos animais.

Os indicadores externos consistem numa variedade de compostos inertes como o óxido crômico, ou os elementos terras raras (Lantânio, Ytérbio), e são utilizados no cálculo da produção de fezes, visto que a quantidade de fezes excretadas (gramas/dia) é o resultado da divisão entre a quantidade de marcador dosado ao animal (gramas) pela concentração do marcador nas fezes. Nesse cálculo assume-se que todo o marcador dosado é excretado nas fezes, o que não acontece na realidade, para isso se deve quantificar a taxa de recuperação do marcador.

Os marcadores internos podem ser definidos como qualquer substância presente de forma natural no alimento, que pode ser quantitativamente medida por um método químico ou físico disponível. Apresentam a vantagem de já estarem presentes no alimento e, de modo geral, permanecerem uniformemente distribuídos na digesta durante o processo de digestão e excreção (Piaggio et al., 1991). A estimativa da digestibilidade por

meio de marcadores internos pode ser realizado de duas formas: por compostos indigestíveis, através da relação entre suas concentrações na forragem e nas fezes; e pela técnica de índices fecais.

Conforme comentado acima, a técnica da relação baseia-se no fato de que a digestibilidade da forragem pode ser estimada pela relação entre a concentração de um componente indigestível da planta (marcador interno) no alimento e a concentração desse mesmo componente nas fezes. De acordo com Penning (2004) a técnica requer que o marcador permaneça inalterado ao longo da sua passagem pelo trato gastrointestinal; que possa ser quantitativamente recuperado nas fezes e que a forragem e as fezes sejam acuradamente amostradas. Diversos componentes da forragem podem ser utilizados para esse fim, e muitos deles já foram pesquisados (Berchielli et al, 2005; Ferreira et al., 2009). Dentre os utilizados, destacam-se: n-alcanos, cinza insolúvel em ácido, cinza insolúvel em detergente ácido, lignina em detergente ácido indigestível, FDNi e FDAi.

No caso da técnica de índices fecais, a mesma é baseada na relação entre a concentração de algum componente químico fecal com a digestibilidade da matéria orgânica (Lancaster, 1949) ou até mesmo entre a relação direta entre a quantidade de uma substância nas fezes (gramas) com o consumo de matéria orgânica. Nesse caso, o indicador interno não necessita ser indigestível e é somente medido nas fezes. No entanto, a metodologia requer um ensaio convencional de digestibilidade em gaiolas de metabolismo com alimento semelhante a ser oferecido ao animal em pastejo, para que as relações entre o composto e a digestibilidade e o consumo sejam estabelecidas

nas situações particulares. O componente químico mais utilizado para esta finalidade é o nitrogênio fecal (Penning, 2004). Vários artigos já foram publicados sobre esse assunto (Boval et al., 1996; Lukas et al., 2005; Peripolli et al., 2011).

1.2.5 Nitrogênio fecal como índice para estimativas nutricionais

Os primeiros indícios da utilização do nitrogênio fecal como marcador para estimativas nutricionais em pastejo foram publicados por Lancaster (1947) e Raymond (1948). No mesmo ano, Gallup & Briggs (1948) e no ano seguinte, Lancaster (1949) geraram as publicações que deram início aos estudos mais aprofundados sobre sua utilização para estimativas de digestibilidade para ruminantes em situações de pastejo. Desde então, diversos trabalhos foram conduzidos em diferentes partes do mundo (Lancaster, 1949 na Nova Zelândia; Boval et al., 1996 na França; Lukas et al., 2005 na Alemanha, Wang et al., 2009 na China; Peripolli et al., 2011 no Brasil) procurando entender melhor os mecanismos que a afetam, e, assim ajustar a metodologia para cada uma das situações regionais. A grande maioria dos artigos revisados apresenta conclusões animadoras frente à utilização dessa metodologia para mensurações nutricionais em nível de campo.

Considerando que a relação entre o nitrogênio das fezes e a digestibilidade e o consumo não são constantes e variam de acordo com a espécie da planta e a estação do ano (Coates & Penning, 2000), sua melhor utilização é alcançada quando se gera equações específicas. Isso é realizado

por meio de ensaios de digestibilidade convencional em gaiolas de metabolismo, através do fornecimento de dietas mais próximas possíveis às que os animais são submetidos nos ensaios em pastejo. Carvalho et al. (2007) consideram que fatores como a espécie forrageira, nível de adubação nitrogenada e ciclo vegetativo podem acarretar na variação das relações entre consumo e o nitrogênio excretado nas fezes. Isso é fator determinante, segundo os autores, para a necessidade de obterem-se equações para situações particulares.

Como vantagens do método em relação aos demais marcadores, citam-se: não precisa ser indigestível, não há necessidade de dosificar o marcador, não é necessário amostragem do alimento e se quantifica o consumo diretamente em função da equação proposta. A principal desvantagem está na necessidade da quantificação da produção total de fezes por meio de um marcador externo ou por bolsas coletoras. Caso se usem coletas pontuais, se assume um padrão diurno de excreção do nitrogênio (Penning, 2004), o que pode inculir algum tipo de erro no método. O conteúdo de nitrogênio excretado nas fezes pode ser utilizado tanto na estimativa da digestibilidade do alimento ingerido pelo animal, quanto na estimativa do consumo de alimento diário.

A estimativa de consumo de alimento diário por meio do nitrogênio das fezes assume o pressuposto de que a excreção de nitrogênio é diretamente proporcional à excreção de matéria seca fecal, e portanto, a excreção fecal de nitrogênio é diretamente proporcional ao consumo de um determinado alimento. Essa forma de utilização do índice fecal foi menos

explorada na literatura, comparativamente à estimativa da digestibilidade, mas os trabalhos que a avaliaram (Boval et al., 1996; Peripolli et al., 2011) comprovaram sua boa acurácia por meio de equações geradas em situações regionais de alimentação.

Boval et al. (1996) avaliaram indicadores fecais na estimativa do consumo voluntário de *Dichanthium sp* por bovinos. O conteúdo de nitrogênio (gramas por dia) foi o melhor estimador do consumo de matéria orgânica (gramas por dia) quando comparado com FDN, FDA, NIDA e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Estabeleceu-se uma relação linear positiva ($CMO = 2,327 + 12,59NF$) com boa acurácia (soma dos quadrados dos desvios = 240g).

Em estudo realizado com diversas forragens utilizadas em experimentos conduzidos com ovinos no Rio Grande do Sul, Peripolli et al. (2011) constataram relação linear entre o consumo de matéria orgânica e a excreção fecal de nitrogênio (gramas/dia) em ovinos, ao analisarem os dados conjuntos de 58 experimentos com diferentes forrageiras ($CMO = 216,17 + 11,09*NF$, $R^2 = 0,71$). Os dados foram também separadamente analisados em função da digestibilidade, tipo de forragem e ciclo de produção, resultando em menor variação e maior precisão das equações na maioria dos grupos.

Em outro ensaio conduzido no Brasil, Oliveira (2009) também testou a relação linear entre o consumo e o nitrogênio fecal em ovinos alimentados com azevém anual e *Cynodon*. Dentre os indicadores fecais avaliados, o nitrogênio e a fibra em detergente neutro foram os que apresentaram maior correlação com o consumo no ensaio com azevém anual e adicionalmente a

FDN para o ensaio com *Cynodon*. Também foram testados no experimento as excreções de nitrogênio insolúvel em detergente ácido e lignina que, no entanto, apresentaram baixos coeficientes de correlação em comparação com os outros índices fecais. A equação linear entre o consumo e o nitrogênio fecal foi $CMO = 135,2558 + 113,22894NF$, com R^2 de 0,69. O uso de regressão múltipla utilizando o NF e o FDA melhorou o coeficiente de determinação (0,84).

Outra forma de utilização do conteúdo nitrogenado das fezes como marcador de índice fecal, é na estimativa da digestibilidade do alimento ingerido. Essa metodologia apresenta a vantagem de não haver necessidade de coleta total de fezes, pois a relação gerada é entre o coeficiente de digestibilidade do alimento e a concentração de proteína bruta na matéria orgânica excretada (gramas por kg de matéria orgânica). Tanto o coeficiente de digestibilidade quanto o conteúdo protéico das fezes são expressos com base na matéria orgânica com o objetivo de retirar a influência de possíveis consumo de matéria mineral do solo (Penning, 2004).

No entanto, caso seja de interesse a mensuração do consumo, se faz necessário a utilização de algum marcador externo para a estimativa da produção fecal, ou realizar a medida direta por meio de bolsas de coleta total. No caso de coleta pontual, o mesmo erro associado ao padrão de excreção do nitrogênio comentado anteriormente pode estar presente.

De acordo com Lukas et al. (2005), a relação entre a concentração de proteína bruta na matéria orgânica das fezes e a digestibilidade da matéria orgânica é baseada na redução da quantidade de matéria orgânica e no

aumento da proporção de proteína de origem microbiana do rúmen excretada nas fezes à medida que a digestibilidade da matéria orgânica aumenta. Portanto, quando a digestibilidade da matéria orgânica da dieta é reduzida, a concentração de proteína endógena na matéria orgânica fecal está relacionada com a digestibilidade por diluição em função dos aumentos de matéria orgânica excretadas.

Diversos estudos são encontrados a respeito da utilização do conteúdo protéico das fezes na estimativa da digestibilidade da matéria orgânica (Boval et al., 2003; Lukas et al., 2005; Fanchone et al., 2009; Ospina & Prates, 2000; Peripolli et al., 2011). Todos comprovaram a acurácia dessa metodologia, apresentando, no entanto, equações diferentes para as estimativas, reforçando a hipótese de que não há uma equação geral que seja apropriada para uma ampla gama de forrageiras sob diferentes condições (Minson, 1990). Muitas equações foram geradas, mas cada uma é válida somente para a situação particular em que foi gerada.

No entanto, uma constatação é comum à maioria das pesquisas, que, a relação desse marcador com a digestibilidade não é linear, diferente da relação entre o nitrogênio fecal e o consumo. Avaliando diferentes modelos para a estimativa de digestibilidade, Boval et al. (2003) verificaram que os dados ajustados aos modelos linear e hiperbólico foram semelhantes em termos de variação. No entanto, ao se testar os dois modelos em um experimento em pastejo com cabras, o modelo linear superestimou a DMO, ao contrário do modelo hiperbólico, que se mostrou confiável ao ser validado. Os autores consideram que a falta de acurácia na estimativa pelo modelo linear

pode ter sido causada pela menor variação de dados que geraram a equação comparativamente aos dados dos animais em pastejo, e comentam que a equação linear serviria somente para a faixa de variação em que o modelo foi gerado.

Em estudo anterior, Boval et al. (1996) já haviam verificado que o modelo hiperbólico era o mais confiável para estimativa da digestibilidade de bovinos alimentados com *Dichanthium sp.*, quando comparado aos modelos linear e quadrático, tanto na validação usando os animais em gaiolas de metabolismo, quanto na validação com animais em pasto. Tal fato ocorre pela relação biológica desse tipo de modelo, conforme já apresentado por Lancaster (1949).

Existe uma relação constante entre o consumo e a proteína metabólica fecal, esta sendo constituídas por células da descamação do epitélio, secreções do aparelho digestivo e microorganismos. O mesmo não ocorre com as proteínas originárias do alimento ingerido, que pode variar sem relação com o consumo, mas dependendo da natureza da dieta (Boval et al., 2003). Os autores ainda apresentam uma série de derivações mostrando essas interrelações entre os conteúdos nitrogenados das fezes com o consumo e a digestibilidade, mostrando ser plausível a hipótese de Lancaster (1949) previamente comentada.

Ainda sobre esse aspecto, Lukas et al. (2005) faz uma série de considerações sobre o tipo de modelo a ser utilizado na geração das equações de estimativa da digestibilidade. O autor comenta que a relação entre a concentração fecal e a digestibilidade da matéria orgânica não é linear e,

portanto, modelos não-lineares devem ser usados. Em relação ao modelo quadrático, a desvantagem é uma diminuição dos valores de digestibilidade estimados para as concentrações de proteína bruta fecal para além do máximo da curva, o que não encontra sentido biológico. A função hiperbólica descreve o rápido aumento da digestibilidade da matéria orgânica por unidade de proteína bruta fecal seguido de uma curvatura relativamente acentuada antes de atingir a digestibilidade máxima.

O modelo hiperbólico já foi testado em experimento realizado no Brasil por Ospina & Prates (2000) utilizando 161 observações individuais sobre digestibilidade da matéria orgânica de algumas forragens utilizadas no Rio grande do Sul, as quais foram obtidas em ensaios de digestibilidade convencional conduzidos com ovinos. Os dados sobre a digestibilidade da matéria orgânica (DMO) e nitrogênio fecal (NF, %MO) foram ajustados a um modelo hiperbólico com $R^2 = 0,73$ e erro padrão da estimativa de 0,044.

Proposta diferente de modelo não-linear foi citado por Wang et al. (2009) utilizando um modelo misto para estimativa da digestibilidade pelo conteúdo fecal de nitrogênio com um ajuste para o tipo de dieta utilizada. O autor utilizou 721 dados individuais de experimentos em gaiolas de metabolismo com nove tipos de dietas e concluíram que o modelo pode ser usado para estimativa de digestibilidade em animais em pastejo. Utilizando o mesmo modelo, Peripolli et al. (2011) obtiveram resultados também satisfatórios, compilando dados de experimentos realizados no Rio Grande do Sul, com diferentes tipos de dietas.

Algumas pesquisas apontam para o uso de outros componentes

fecais e até mesmo da dieta para melhora do uso do nitrogênio fecal como indicador. O teor de nitrogênio insolúvel em detergente ácido foi testado por Lukas et al. (2005), e os autores concluíram que o uso do NIDA não melhorou a acurácia da estimativa, inclusive com coeficiente de determinação menor. Semelhante conclusão foi publicada por Wang et al. (2009). No entanto, estudos que incluíram o conteúdo de FDA das fezes, mostraram-se mais otimistas, com significativa melhoria no uso das equações (Ribeiro Filho et al., 2005; Oliveira 2009). A adição de uma característica da pastagem, particularmente, o conteúdo de proteína bruta aumentou a confiabilidade das estimativas de acordo com Boval et al. (2003). Na mesma lógica, Ribeiro Filho et al. (2005) também utilizaram esse componente em estudos com vacas leiteiras, baseado em equação gerada por dados com experimentos realizados na França. O problema da utilização de componentes do alimento supostamente ingerido pelo animal é a própria dificuldade em se obter uma amostra representativa do que realmente é colhido pelo animal.

1.3 HIPÓTESES E OBJETIVOS

Com os ensaios realizados, buscou-se testar as seguintes hipóteses:

- O nível de oferta de azevém anual e o seu estágio de maturidade afetam o consumo dos nutrientes, suas disponibilidades e eficiências de utilização;
- O nitrogênio fecal pode ser utilizado como marcador nas estimativas de consumo e digestibilidade para ovinos consumindo azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.).

Os objetivos com os ensaios realizados foram:

- Avaliar o efeito do nível de oferta de forragem fresca de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em diferentes estádios fenológicos da planta sobre o consumo, a digestibilidade, a taxa de passagem e a síntese de proteína microbiana;
- Avaliar o uso do conteúdo fecal de nitrogênio como marcador nas estimativas de consumo e digestibilidade de ovinos pastejando azevém anual;
- Avaliar o efeito de níveis de oferta de azevém anual no desempenho, consumo e excreção de nitrogênio de ovinos.

2.0 CAPÍTULO II¹

¹ Artigo elaborado conforme as Normas da Revista Animal Feed Science and Technology (Apêndice 1).

Níveis de oferta de azevém anual em diferentes estádios de maturidade e suas implicações na utilização dos nutrientes

Resumo – Os experimentos foram conduzidos com o objetivo de avaliar o reflexo do aumento da oferta de forragem sobre os parâmetros nutricionais de ovinos alimentados com azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em diferentes estádios fenológicos. Os tratamentos impostos: Tratamento 1: oferta de 1,5% do peso vivo de matéria seca (1,5 PV); Tratamento 2: oferta de 2,0% do peso vivo de matéria seca (2,0 PV); Tratamento 3: oferta de 2,5% do peso vivo de matéria seca (2,5%) e Tratamento 4: oferta de volumoso à vontade (*ad libitum*). O artigo é composto por cinco experimentos, cada um conduzido em delineamento completamente casualizado com três estádios de maturidade (vegetativo, pré-florescimento e florescimento). Foram realizadas medidas de consumo de nutrientes e de componentes morfológicos, digestibilidade, cinética digestiva, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana. Os parâmetros avaliados foram influenciados pelos níveis de oferta, com diferentes respostas em função do estágio fenológico da pastagem. O consumo de matéria seca aumenta ($P < 0,05$) com o aumento da oferta de azevém, independente do estágio fenológico da planta. No entanto, o consumo de nutrientes só aumenta quando o animal tem condições de selecionar componentes morfológicos de maior qualidade, o que se verificou nos estádios vegetativo e de pré-florescimento. A digestibilidade e o aproveitamento dos nutrientes são afetados pelo consumo, sendo dependentes da oportunidade de seleção que é dada ao animal, variando portanto, em função do estágio de maturidade da pastagem de azevém. Em função da qualidade do alimento que está consumindo, o animal modula sua cinética digestiva, reduzindo o tempo de retenção do alimento no

rúmen, de modo a consumir mais energia e reter mais nitrogênio.

Palavras-chave: consumo, digestibilidade, *Lolium multiflorum* Lam., nitrogênio, taxa de passagem

Offer levels of Italian Ryegrass at different stages of maturity and their implications for nutrient utilization

Abstract – The impact of increased availability of forage on nutritional characteristics of sheep fed Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) at different phenological stages was evaluated. The treatments were: Treatment 1: Offer of 1.5% live weight of dry matter (1.5 LW), Treatment 2: Offer of 2.0% live weight of dry matter (2.0 LW), Treatment 3 : Offer of 2.5% live weight of dry matter (2.5 LW) and Treatment 4: provision of forage *ad libitum*. The paper consists of five trials, each conducted in a completely randomized design with three maturity stages of ryegrass (vegetative, pre-flowering and flowering). Measurements included: nutrient and morphological components intake, digestibility, digestive kinetics, nitrogen balance and microbial protein synthesis. The parameters were influenced by levels of supply, with responses depending on the phenological stage of the ryegrass. The dry matter intake increased ($P<0.05$) with increasing levels of offer, regardless of maturity of the plant. However nutrient intake only increased when the animal was able to select higher quality components. The digestibility and utilization of nutrients are affected by intake, and are dependent on the selection opportunity given to the animal, therefore varying according to the stage of maturity of the ryegrass. Depending on the quality of forage that is

offered, the animal modulates its digestive kinetics in order to intake more energy and retain more nitrogen.

Key words: digestibility, energy, intake, *Lolium multiflorum* Lam., nitrogen, passage rate

2.1 Introdução

A utilização de azevém anual é de grande importância nos sistemas produtivos no sul do Brasil, por sua boa adaptação aos tipos climáticos e de solo encontrados nessa região. Associado a isso, pesquisas regionais mostram sua qualidade bromatológica (Tonetto, 2009) e produtiva (Farinatti et al., 2006) justificando assim o seu desempenho satisfatório em nível de propriedade. No entanto, são escassos dados nutricionais referentes à utilização dos nutrientes ingeridos, e suas interações em função de diferentes níveis de consumo e à medida que avança a maturidade da pastagem.

Os atuais modelos de avaliação nutricional para ovinos (Cannas et al., 2004; NRC, 2007) necessitam de uma base de dados abrangente, de forma que os mesmos devam ser alimentados com medidas da cinética digestiva e da fermentação microbiana. Esses modelos ainda incluem cálculos de excreção de nutrientes como forma de avaliação das dietas, visando a sustentabilidade da produção animal. Dessa forma, torna-se interessante quantificar os fenômenos nutricionais envolvidos nas pastagens utilizadas nos sistemas de produção, e na suas diferentes épocas de utilização e quantidades oferecidas de alimento.

É importante salientar que as características químicas e morfológicas das plantas são alteradas em função da mudança dos estádios de maturidade, modificando também a

reposta do animal frente ao alimento que lhe está sendo oferecido. O efeito da maturidade na utilização dos nutrientes é resultado principalmente de mudanças na morfologia da planta e nos componentes da parede celular, afetando o consumo e a digestibilidade da matéria seca (Van Soest, 1994). A medida que a planta se aproxima da maturidade, o teor de parede de celular aumenta, a lignina se acumula, afetando cada vez mais os outros componentes, e, ao final do ciclo, a maturidade da pastagem é atingida mais rapidamente (Minson, 1990). Todas essas modificações causam grandes reflexos na forma como o animal vai ingerir o volumoso, e na utilização dos seus nutrientes.

Os aspectos nutricionais que explicam os fenômenos ocorridos por diferentes níveis de oferta de alimento, tais como consumo, digestibilidade, cinética digestiva e eficiência da utilização dos nutrientes ingeridos são descritos na literatura em diversas situações (Ospina & Prates, 1998; Fanchone et al., 2010), no entanto, dados com azevém anual no sul do Brasil ainda são escassos.

A hipótese testada é que o nível de oferta de azevém anual e o seu estágio de maturidade afetam o consumo dos nutrientes, suas disponibilidades e eficiências de utilização. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do nível de oferta de forragem fresca de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em diferentes estádios fenológicos da planta sobre o consumo, a digestibilidade, a taxa de passagem e a síntese de proteína microbiana.

2.2 Material e Métodos

Foram realizados cinco ensaios em gaiolas de metabolismo na Estação

Experimental Agrônômica (EEA) da UFRGS/Eldorado do Sul – RS, em três anos e em diferentes estádios de maturidade de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) desde a fase vegetativa até o florescimento. Em cada experimento utilizou-se 16 ovinos machos, Texel, com 12 meses de idade e peso médio de $34,9 \pm 5,04$ kg. O protocolo experimental foi o mesmo nos diferentes ensaios considerando os tratamentos e coleta de amostras, variando somente o estágio fenológico da forrageira. Os animais eram sorteados para as baias e tratamentos ao início de cada experimento. Os dados dos experimentos utilizados foram agrupados nos seguintes estádios: vegetativo, pré-florescimento e florescimento de acordo com a época da realização dos mesmos. Realizou-se a análise de agrupamento dos experimentos em função das características químicas e morfológicas do volumoso (Figura 1).

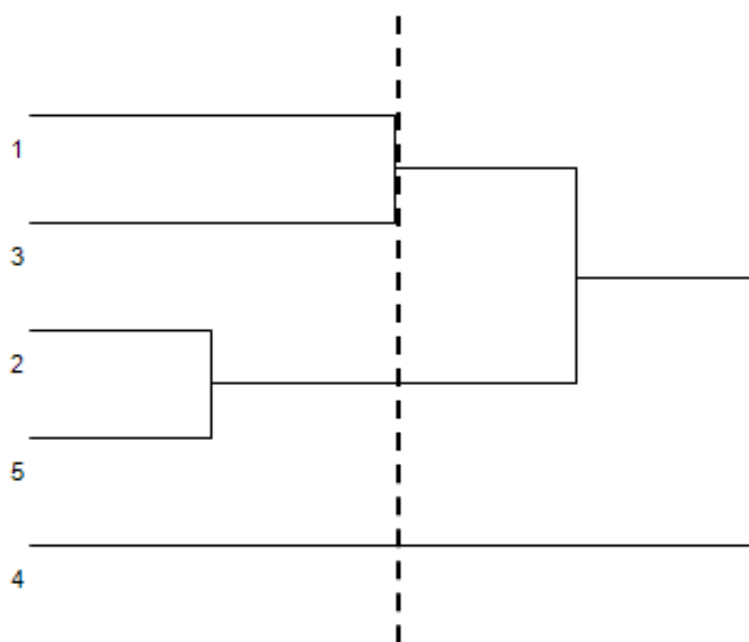


Figura 1. Análise de agrupamento dos experimentos baseado na composição química e morfológica do azevém anual oferecido, onde: 1, 2, 3, 4 e 5 - ensaios realizados. 1 e 3 = Florescimento; 2 e 5 = Pré-florescimento; 4 = Vegetativo.

Os tratamentos avaliados foram: Tratamento 1: oferta de 1,5 % do peso vivo

(PV) de matéria seca (MS) (kg de MS para 100kg de PV) (1,5 PV); Tratamento 2: oferta de 2,0 % do peso vivo de matéria seca (2,0 PV); Tratamento 3: oferta de 2,5 % do peso vivo de matéria seca (2,5 %) e Tratamento 4: oferta de volumoso à vontade (AV), onde procurou-se manter 20 % de sobras (Rymer, 2000). Os animais foram aleatoriamente distribuídos entre as baias e os tratamentos, sendo estes constituídos por níveis de oferta de volumoso. O volumoso utilizado foi o azevém anual, cortado instantes antes do fornecimento aos animais. O azevém foi fornecido pela manhã (9 h) e pela tarde (18 h), coletando-se a metade superior da planta com o intuito de simular o material que seria apreendido pelos animais. A composição média do pasto cortado em cada um dos estádios avaliados, está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição bromatológica e componentes morfológicos do azevém oferecido em diferentes estádios fenológicos

Parâmetros	Vegetativo	Pré-florescimento	Florescimento
Matéria seca (%)	14,20	17,69	24,40
PB (% MS)	23,64	16,69	13,74
Cinzas (% MS)	9,70	9,57	6,67
FDNcp (% MS)	37,72	54,86	61,50
FDA (% MS)	22,31	32,36	35,04
LDA (% MS)	2,89	4,75	5,64
NIDN (% NT)	23,38	25,28	26,01
NIDA (% NT)	2,89	4,95	7,34
Folhas (%)	100,00	45,71	14,22
Colmo (%)	-	40,50	31,49
Inflorescência (%)	-	13,79	54,30

PB = proteína bruta; % MS = porcentagem da matéria seca; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; LDA = lignina em detergente ácido; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; % NT = porcentagem do nitrogênio total.

Os experimentos foram estruturados como ensaios de digestibilidade convencional (Rymer, 2000) com uma fase de adaptação de 10 dias, e mais cinco dias para a coleta de fezes, urina e medidas do consumo. Para realizar os cálculos dos

componentes morfológicos consumidos, durante os últimos cinco dias de cada período experimental, foram coletadas diariamente amostras do volumoso ofertado e das sobras. Estas foram secas em estufa com ventilação de ar forçada a 55°C por 72 horas, posteriormente formaram-se amostras compostas por animal, e foram retiradas duas sub amostras: uma para a realização da separação dos componentes morfológicos, sendo eles: folhas, colmo e inflorescência; e outra para análise bromatológica.

Para a determinação da produção fecal diária (gramas/dia), coletou-se o conteúdo fecal produzido em 24 horas durante os cinco dias de coleta, retirou-se 20% do total e foi levado à estufa com ventilação de ar forçada a 55°C por 72 horas. Logo após, estas foram compostas por animal, moídas e realizadas as análises bromatológicas.

Do oferecido, sobras e fezes foram determinadas a matéria seca por secagem em estufa a 105°C por 12 horas. As cinzas foram determinadas após quatro horas de incineração em mufla a 550°C e por diferença foi determinado o teor de matéria orgânica (MO). O nitrogênio total (NT) foi determinado pelo método de Kjeldahl e multiplicando-se o percentual de nitrogênio total por 6,25 obteve-se a percentagem de proteína bruta (PB). A Fibra em Detergente Neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), a Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Lignina em Detergente Ácido (LDA) foram determinadas segundo Van Soest & Robertson (1985). O Nitrogênio Insolúvel em detergente Neutro (NIDN) e o Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (NIDA) foram determinados de acordo com Licitra et al. (1996), e utilizados no cálculo do teor de proteína degradável no rúmen (PDR) pelo modelo proposto por Orskov & McDonald (1979). Considerou-se que a diferença entre o NT e o NIDN representa a fração protéica rapidamente degradável; a diferença entre o NIDN e o NIDA representa a fração

potencialmente degradável e o NIDA representa a fração indisponível. A digestibilidade foi determinada através de medidas diretas de consumo e produção fecal, sendo a segunda, medida pela coleta total de fezes.

As estimativas de balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana foram realizadas nos estádios vegetativo e de pré-florescimento. Para a medida do balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana ruminal, toda a urina foi coletada diariamente, durante os cinco dias de coleta, em galões contendo 100 ml de uma solução de H_2SO_4 a 20%. Uma vez por dia era medido o volume total, e retirada uma amostra de 1% do volume mensurado, diluída em proporção de 1 parte de urina e 4 partes de água destilada, congelada e armazenada para posterior análise. Para a análise no laboratório, as amostras coletadas de cada animal durante os cinco dias foram misturadas e homogeneizadas. O nitrogênio urinário foi determinado pelo método de Kjeldahl e as concentrações de alantoína e ácido úrico foram determinados colorimetricamente de acordo com Chen & Gomes (1995). O ácido úrico foi determinado por meio de um kit comercial, após xantina e hipoxantina serem convertidas em ácido úrico com a enzima xantina oxidase. O teor de ácido úrico foi estimado como a soma de ácido úrico mais xantina e hipoxantina e o total de derivados de purina (DP) como a soma de ácido úrico com alantoína.

A quantidade de purinas absorvidas (mmol/dia) correspondente à quantidade de DP excretada (mmol/dia) e foi calculada de acordo com a relação derivada citada por Chen & Gomes (1995). A quantidade de nitrogênio de origem microbiana foi estimada assumindo os pressupostos de que a digestibilidade das purinas microbianas é de 83%, o conteúdo de nitrogênio das purinas é de 70g/mmol e a relação entre nitrogênio das purinas e nitrogênio microbiano é de 0,116 (Chen & Gomes, 1995). A eficiência da

síntese microbiana foi calculada pela relação entre a síntese de proteína microbiana no rúmen (gramas de nitrogênio microbiano por dia) e o consumo de matéria orgânica verdadeiramente digestível (MOVD, kg por dia).

A taxa de passagem da fase sólida do conteúdo gastrointestinal foi quantificada nos estádios de pré-florescimento e florescimento. A taxa de passagem da fase sólida foi medida através da técnica do cromo mordente, no qual aproximadamente 3 gramas de fibra marcada com cromo foram dosados via oral. Após a dosificação, realizou-se coletas na ampola retal em intervalos de seis horas até as 48 horas pós-dosagem, de 24 em 24 h até as 108 horas e de 32 em 32 h até as 144 horas da dosagem. A concentração de cromo nas fezes foi determinada pela técnica de Tedesco et al. (1995) e ajustado pelo modelo proposto por Grovum & Williams (1973).

Cada um dos experimentos foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado com quatro ofertas (tratamentos) e quatro animais (repetições). Para as medidas de consumo e digestibilidade, que foram feitas nos cinco experimentos, testou-se o efeito de ano em cada um dos estádios. Quando o efeito foi significativo ($P < 0,05$), os valores foram corrigidos para o efeito de ano usando o quadrado médio pelo LSMEANS. Os dados então foram avaliados pela análise de variância, incluindo como efeitos o estágio de maturidade da planta e o nível de oferta, bem como sua interação. No caso das medidas de metabolismo do nitrogênio e cinética digestiva, estas foram realizadas no mesmo ano, portanto somente efetuou-se a análise de variância tendo como causas da variação o estágio de maturidade do azevém (vegetativo e pré-florescimento nas avaliações urinárias, e pré-florescimento e florescimento nas medidas de cinética digestiva) e os níveis de oferta. Após verificar haver ou não efeito de estágio, os dados foram submetidos à análise de regressão com os níveis de oferta com

5% de probabilidade de erro. Os dados de cinética digestiva foram também comparados pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro. A análise discriminante foi realizada através do software JMP versão 8 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). As demais análises foram realizadas usando o programa estatístico SAS versão 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

2.3 Resultados

Houve variação significativa ($P < 0,05$) entre anos (Tabela 2) nos parâmetros: digestibilidade da matéria orgânica (DMO), consumo de proteína degradável no rúmen (CPDR), consumos de folha e colmo, na fase de pré-florescimento, digestibilidades da MO e da fibra em detergente neutro (DFDN), consumos de MO (CMO) de PDR, relação entre o CPDR e o consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) (CPDR/CMOD) e consumos de componentes da planta (folha, colmo e inflorescência) no estágio de florescimento. Quando o efeito foi significativo ($P < 0,05$), os dados individuais foram corrigidos pelo quadrado médio para eliminar o efeito de ano.

Posteriormente foi realizada a análise de variância para verificação do efeito de estágio de maturidade (vegetativo, pré-florescimento e florescimento) e de tratamento (níveis de oferta). Para efeito de interação entre estágio de maturidade e tratamento adotou-se o nível de significância de $P < 0,25$ de acordo como sugerido por Perecin & Cargnelutti Filho (2008), que consideram que o uso de nível de significância menos rigoroso para interpretação do efeito da interação, em relação às demais fontes de variação da análise de variância, pode captar efeitos importantes. Com exceção das excreções de nitrogênio na urina e nas fezes, e nos parâmetros da cinética digestiva, todos os demais parâmetros apresentaram interação significativa ($P < 0,25$) entre estágio

de maturidade e tratamento.

Tabela 2. Efeitos do ano e interação entre estágio e tratamento sobre as variáveis analisadas

Variáveis	Pré - florescimento	Florescimento	Estádio x Tratamento (P<0,25)
DMO (%)	*	*	‡
DFDN (%)		*	‡
CMO (g/UTM)		*	‡
CMOD (g/UTM)			‡
CPDR (g/UTM)	*	*	‡
CMS (% PV)			‡
CFDN (% PV)			‡
CPDR/CMOD	*	*	‡
Consumo de folha (g/UTM)	*	*	‡
Consumo de Colmo (g/UTM)	*	*	‡
Consumo de Inflorescência		*	‡
Consumo de nitrogênio (g/d)			‡
Nitrogênio urinário (g/d)			
Nitrogênio fecal (g/d)			
Retenção de nitrogênio (g/d)			‡
Nitrogênio microbiano (g/d)			‡
Eficiência (Nmic g/kg MOVD)			‡
k1 (%/hora)			
k2 (%/hora)			
TRR (horas)			
TRC (horas)			
TT (horas)			
TTR (horas)			

DMO=digestibilidade da matéria orgânica; DFDN=digestibilidade da fibra em detergente neutro; g/UTM=gramas por unidade de tamanho metabólico; CMO=consumo de matéria orgânica; CMOD=consumo de matéria orgânica digestível; CPDR=consumo de proteína degradável no rúmen; CMS=consumo de matéria seca; PV=peso vivo; CFDN=consumo de fibra em detergente neutro; Nmic=nitrogênio microbiano; MOVD=matéria orgânica verdadeiramente digestível; k1= taxa de passagem pelo rúmen e retículo; k2=taxa de passagem pelo ceco e cólon; TRR=tempo de retenção no rúmen e retículo; TRC=tempo de retenção no ceco e cólon; TT=tempo de trânsito; TTR=tempo total de retenção.

* P<0,05;

‡ P<0,25.

As regressões entre as ofertas e os consumos de MO (g/UTM) e de MS (% PV) foram lineares positivos (P<0,05) nos três estádios de maturidade da pastagem testados.

Os coeficientes de determinação foram altos nos estádios vegetativo e de pré-

florescimento (acima de 0,88), sendo menores no florescimento (0,50 e 0,60, respectivamente). A oferta teve efeito significativo ($P < 0,05$) no consumo de FDN (% PV) nos estádios vegetativo e de pré-florescimento, mas sem efeito no florescimento ($P > 0,05$).

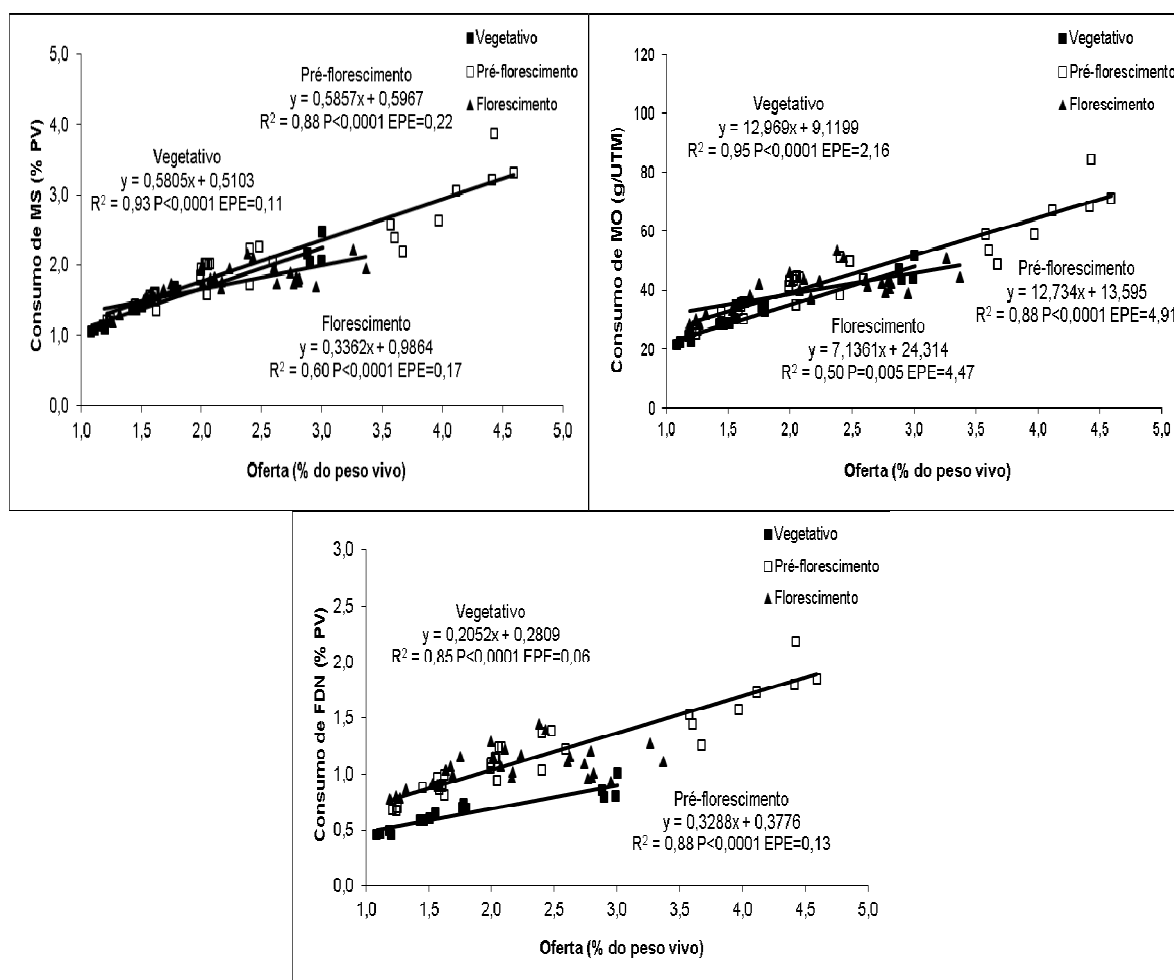


Figura 2. Relações entre a oferta (% do peso vivo de matéria seca de azevém) e os consumos de matéria orgânica, matéria seca e de FDN por ovinos alimentados com azevém anual em diferentes estádios de maturidade.

Os consumos de proteína degradável no rúmen (CPDR, g/UTM) e energia (CMOD, g/UTM) foram influenciados positivamente pelo nível de oferta da forragem ($P < 0,05$) nos estádios vegetativo e de pré-florescimento da pastagem, não diferindo

entre as ofertas ($P>0,05$) no florescimento. A relação entre a proteína fermentável no rúmen e a energia (CPDR/CMOD) aumentou linearmente ($P<0,05$) no estágio vegetativo, não variando entre os níveis de oferta nos demais estádios.

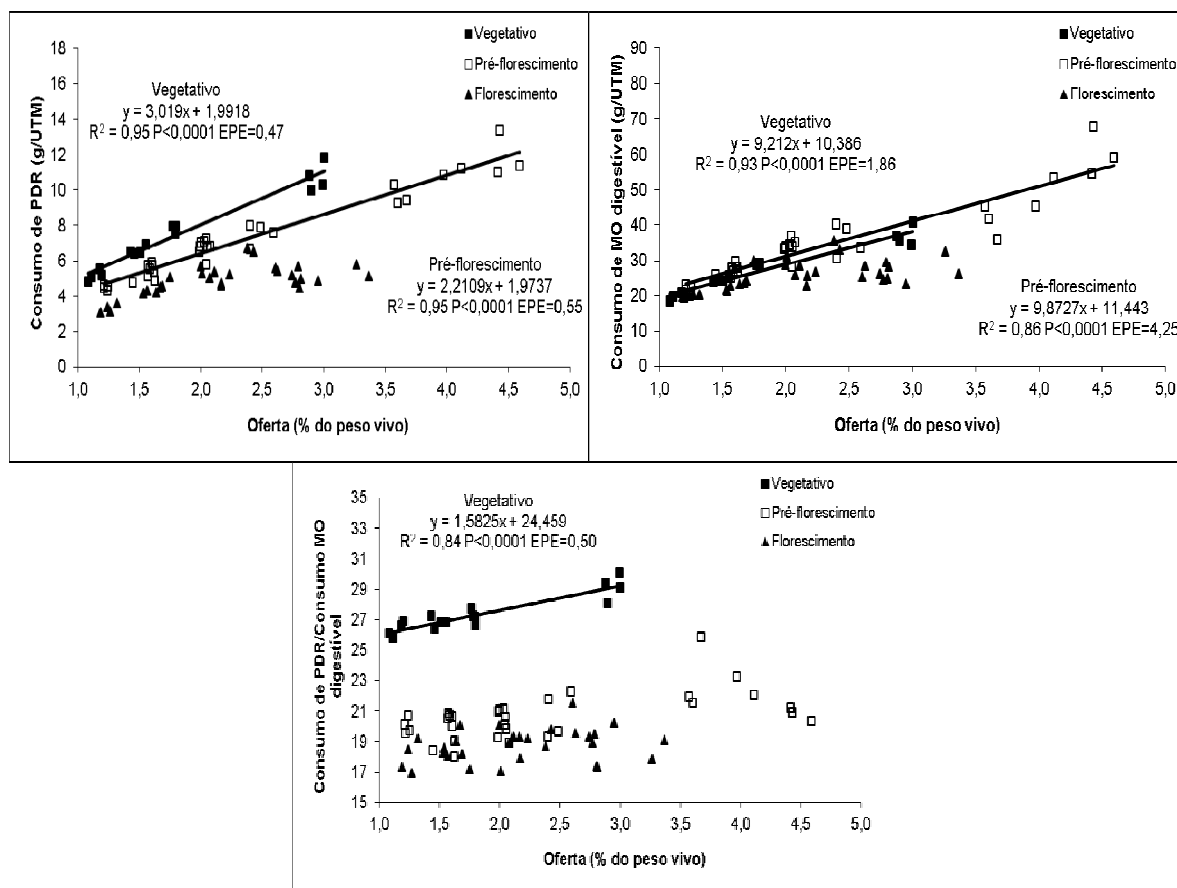


Figura 3. Relações entre a oferta (% do peso vivo de matéria seca de azevém) de matéria seca de azevém e os consumos de proteína degradável no rúmen (CPDR) e matéria orgânica digestível (CMOD), e a relação entre CPDR e CMOD por ovinos alimentados com azevém anual em diferentes estádios de maturidade.

Os consumos de folha, colmo e inflorescência aumentaram linearmente ($P<0,05$) em função das ofertas impostas, no estágio de pré-florescimento. Com a pastagem em fase de florescimento, os consumos de folha e inflorescência foram lineares, no entanto o consumo de colmo não se alterou ($P>0,05$) em função dos níveis crescentes de oferta.

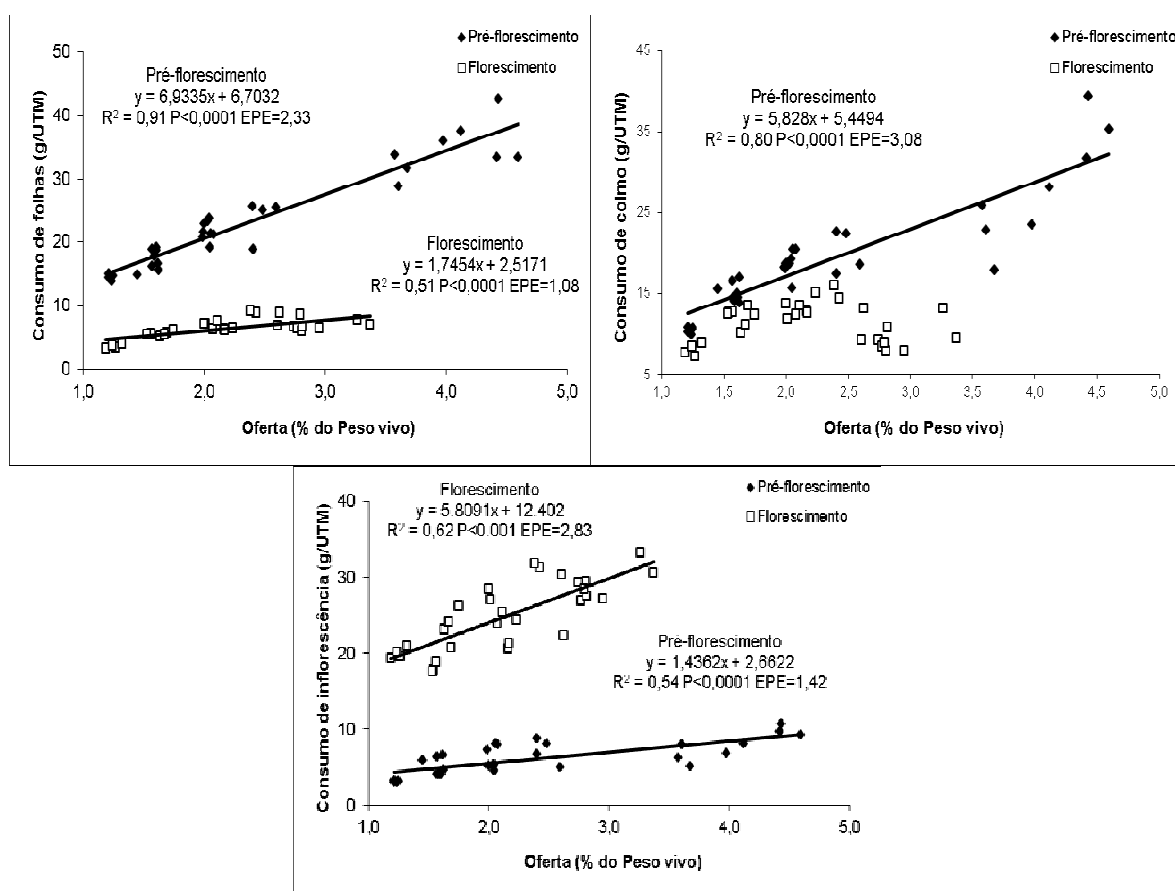


Figura 4. Relações entre a oferta (% do peso vivo de matéria seca de azevém) e os consumos dos componentes morfológicos (g/UTM) por ovinos alimentados com azevém anual em diferentes estádios de maturidade.

Como forma de avaliar a seletividade da dieta, foi estabelecida a regressão entre as porcentagens de folha e colmo oferecidas e consumidas (Figura 5). Utilizou-se os dados dos cinco experimentos conjuntamente, traçando-se um comparativo entre os dois tratamentos contrastantes (ofertas de 1,5% do peso vivo e *ad libitum*). As proporções entre folhas oferecidas e consumidas foram semelhantes entre os dois tratamentos, com intercepto próximo de zero. No caso do colmo, as relações modificaram-se entre os tratamentos, sendo possível notar que o animal exerceu a seletividade quando a oferta de forragem não foi limitante.

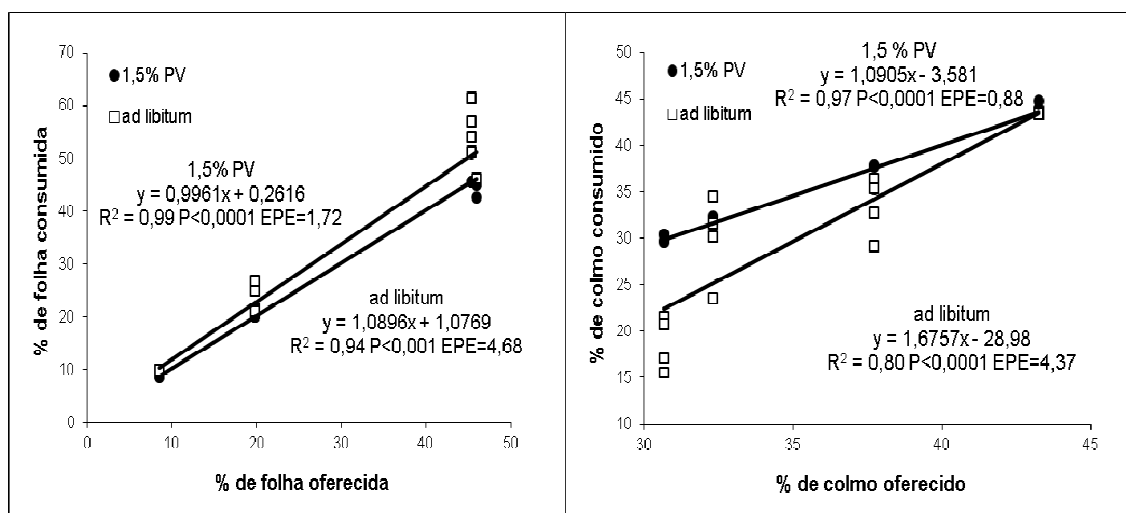


Figura 5. Relação entre os componentes consumidos e ofertados (% do total oferecido) em ovinos recebendo oferta restrita de azevém anual (1,5%) ou à vontade (*ad libitum*).

Os coeficientes de digestibilidade da MO e da FDN (Figura 6) apresentaram comportamento semelhante entre si, notando-se que o nível de oferta exerceu efeito negativo na digestibilidade somente no estágio vegetativo ($P < 0,05$). Nos estádios de pré-florescimento e de florescimento as digestibilidades permaneceram constantes ($P > 0,05$) mesmo com níveis crescentes de forragem ofertada.

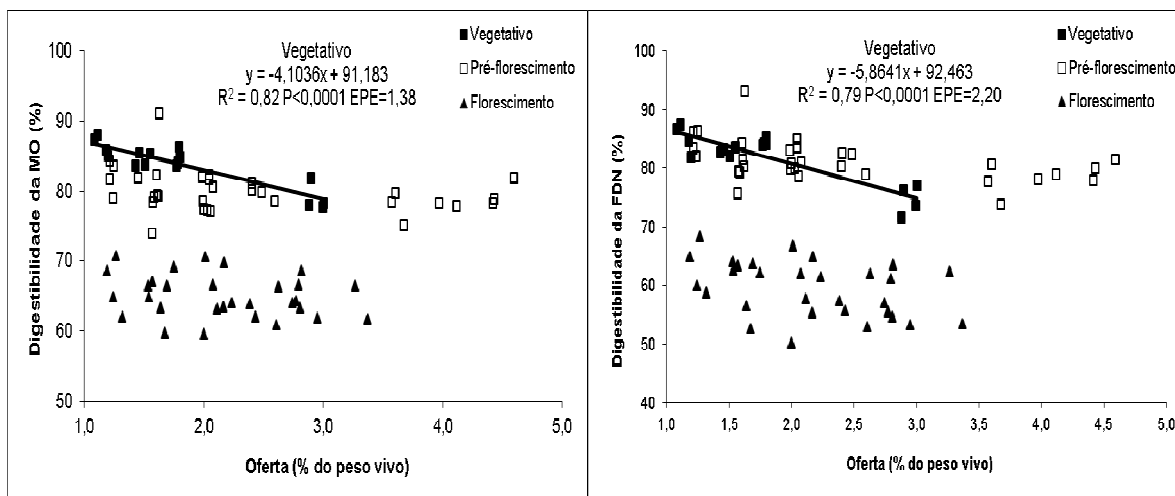


Figura 6. Relações entre a oferta (% do peso vivo de matéria seca de azevém) e as digestibilidades da matéria orgânica (DMO) e da FDN (DFDN) em ovinos alimentados com azevém anual em diferentes estádios de maturidade.

A cinética digestiva da porção sólida do alimento (Tabela 3) foi avaliada com o azevém coletado nos estádios de pré-florescimento e florescimento, sem, no entanto, apresentar interação entre estádio e nível de oferta ($P > 0,25$). Os dados foram, então, avaliados conjuntamente. As taxas de passagem do alimento pelo rúmen-retículo (k_1) bem como no ceco-cólon proximal (k_2) foram lineares crescentes ($P < 0,05$). Dessa forma, o tempo de retenção do alimento no rúmen-retículo (TRR), o tempo de retenção no ceco-cólon distal (TRC) e o tempo total de permanência do alimento no trato gastrointestinal (TTR) apresentaram comportamento linear decrescente ($P < 0,05$) em função dos níveis de oferta de alimento. O tempo de trânsito pelo omaso, intestino delgado e parte distal do intestino grosso (TT) não diferiu ($P > 0,05$) entre os tratamentos.

Algumas regressões referentes aos parâmetros da cinética digestiva, apesar de serem significativas ($P < 0,05$), apresentaram coeficientes de determinação baixos; devido à esse fato, comparou-se as médias. Dessa forma verificou-se que o TRR, e por consequência o TTR foram menores ($P < 0,05$) quando a oferta não foi limitante, comparativamente ao tratamento com restrição alimentar (1,5% PV).

Tabela 3. Parâmetros da cinética digestiva de ovinos consumindo azevém anual

Variáveis	1,5%	2%	2,5%	<i>ad libitum</i>	CV %	P	R ²
K1 (%/hora)	3,96 ^b	3,94 ^b	4,21 ^{ab}	4,89 ^a	13,73	0,0025	0,28
K2 (%/hora)	4,14	4,37	4,38	4,99	16,78	0,0200	0,17
TRR (horas)	25,84 ^a	25,89 ^a	24,27 ^{ab}	20,58 ^b	14,70	0,0062	0,23
TRC (horas)	24,88	23,67	23,53	20,21	16,62	0,0195	0,17
TT (horas)	20,50	17,14	18,25	15,92	22,62	0,0535	-
TTR (horas)	71,24 ^a	66,70 ^{ab}	66,06 ^{ab}	56,72 ^b	14,99	0,0068	0,23

CV = coeficiente de variação; P = probabilidade de erro na regressão linear; K1 = taxa de passagem da fase sólida pelo rúmen-retículo; K2 = taxa de passagem da fase sólida pelo ceco-cólon; TRR = tempo de retenção no rúmen e retículo; TRC = tempo de retenção no ceco e cólon; TT = tempo de trânsito; TTR = tempo total de retenção.

Médias na mesma linha, seguidas por letra, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

As variáveis de consumo e a utilização do nitrogênio (Figura 7) foram avaliados no estágio vegetativo e de pré-florescimento da pastagem, sendo que os conteúdos de nitrogênio na urina (Nurina, g/dia) e nas fezes (Nfezes, g/dia) não apresentaram interação entre estágio e oferta ($P > 0,25$). Tanto o Nurina quanto o Nfezes aumentaram linearmente ($P < 0,05$) em função do aumento da oferta de forragem. O consumo de nitrogênio (CN, g/dia) e a retenção de nitrogênio (RN, g/dia) apresentaram interação entre fase de desenvolvimento da pastagem e a oferta ($P < 0,25$). Em ambos os parâmetros, nos dois estádios testados, o efeito da oferta foi positiva e linear ($P < 0,05$).

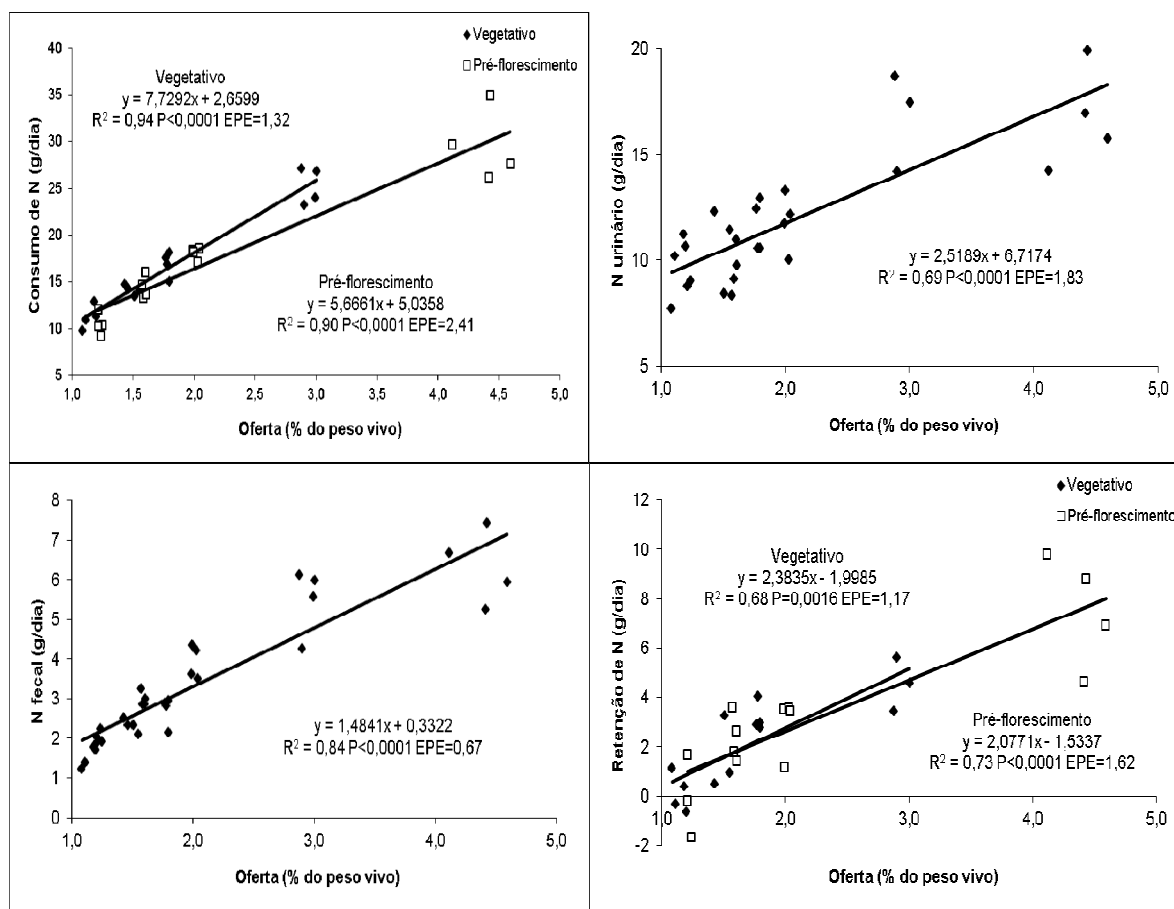


Figura 7. Relações entre a oferta (% do peso vivo de matéria seca de azevém) e o consumo de nitrogênio, excreção nitrogenada pela urina e pelas fezes e retenção de nitrogênio por ovinos alimentados com azevém anual em diferentes estádios de maturidade.

Houve efeito da interação ($P < 0,25$) entre estágio de maturidade e nível de oferta na síntese de proteína microbiana (N_{mic} , g/dia) (Figura 8). Em ambas as fases de maturidade da pastagem, verificou-se efeito linear positivo ($P < 0,05$), sendo que no estágio vegetativo a inclinação da reta foi mais pronunciada que no pré-florescimento (6,71 vs 2,19).

A eficiência de síntese microbiana no rúmen ($N_{mic}/MOVD$ - matéria orgânica verdadeiramente digestível) não diferiu estatisticamente entre os níveis de oferta ($P > 0,05$) no estágio vegetativo, mas decresceu linearmente no pré-florescimento. Comparando as médias de cada estágio, os valores foram de 36,05 e 21,84 gramas de

Nmic por kg de MOVD, nos estádios vegetativo e de pré-florescimento, respectivamente.

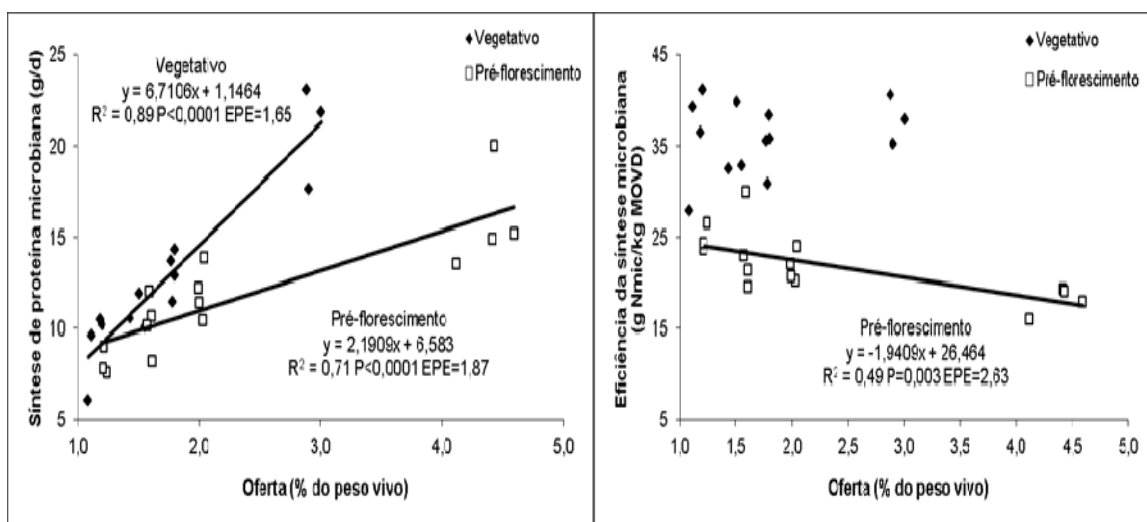


Figura 8. Relações entre a oferta (% do peso vivo de matéria seca de azevém) e a síntese de proteína microbiana e a eficiência da síntese microbiana por ovinos alimentados com azevém anual em diferentes estádios de maturidade.

Os estádios diferem entre si (Figura 9) em relação aos parâmetros de consumo e digestibilidade. O estágio vegetativo caracteriza-se pelo maior CPDR e DMO, enquanto o CMO foi maior no pré-florescimento e menor no florescimento. O aumento da oferta propiciou maiores CMOD e menor DMO.

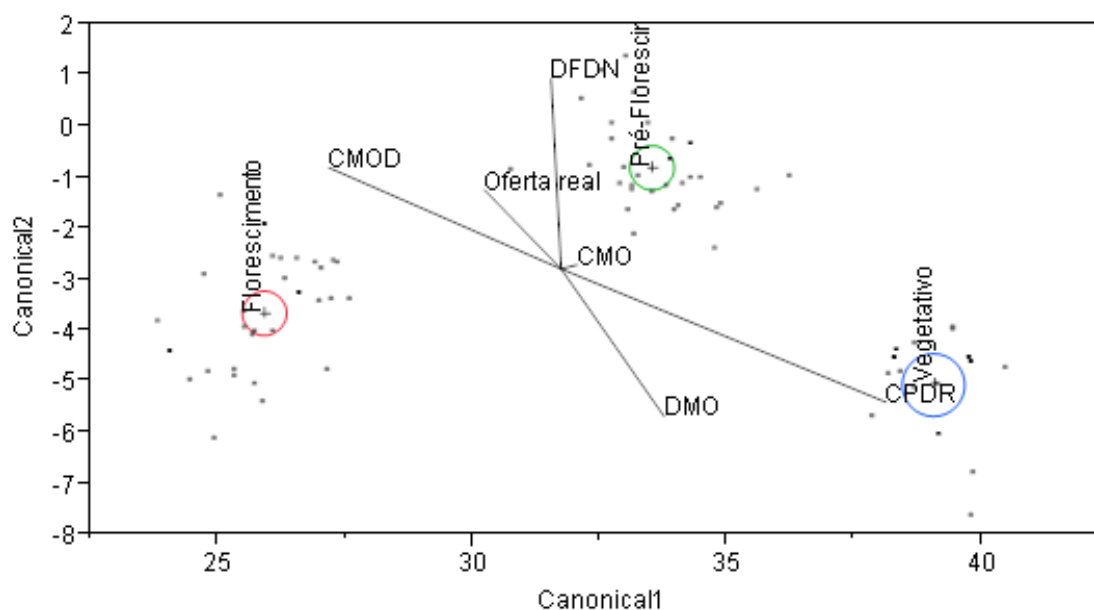


Figura 9. Análise de relação canônica comparando os estádios de maturidade do azevém anual. CMOD = consumo de matéria orgânica digestível; DFDN = digestibilidade da fibra em detergente neutro; CMO = consumo de matéria orgânica; DMO = digestibilidade da matéria orgânica; CPDR = consumo de proteína degradável no rúmen.

2.4 Discussão

O aumento de oferta de forragem é acompanhado positivamente por aumentos no consumo de matéria orgânica e de matéria seca, independente do estágio fenológico da planta. De forma geral, o aumento dos níveis de oferta gera incrementos lineares positivos nos consumos de matéria seca, independente do tipo de alimentação. Isso se verifica com alimentos de baixa qualidade tais como palhas (Damasceno et al., 2000), feno de aveia de qualidade média (Ospina & Prates, 1998) e com alimentos de mais elevada qualidade como feno de azevém anual (Yamamoto & Maruyama, 1980).

O consumo de FDN apresentou aumento linear com o incremento da oferta de forragem nos estádios vegetativo e pré-florescimento do azevém ($P < 0,05$), sem se alterar, no entanto, durante o florescimento ($P > 0,05$). Em um trabalho clássico da literatura, Mertens (1994) considerou que o consumo de FDN para vacas leiteiras era

limitado a 1,2% do PV, valor esse abaixo do verificado no presente estudo, quando as ofertas de forragem não foram limitantes (1,66% PV no pré-florescimento). Mesmo se tratando de espécies diferentes, é possível constatar que a adoção de um valor fixo de FDN para estimar o nível máximo de consumo leva a erros, visto que a constituição da fibra é complexa e deve ser levado em conta a sua modificação em função de diferentes fatores, principalmente o estágio de maturidade da planta. À medida que avança o ciclo da planta, o teor de parede de celular aumenta, a lignina se acumula, afetando cada vez mais os outros componentes, e, ao final do ciclo a maturidade da pastagem é atingida mais rapidamente, quando se torna possível verificar reduções significativas na sua qualidade a cada dois ou três dias (Minson, 1990).

Com os acréscimos na oferta e por consequência maiores consumos de MS, os consumos de proteína degradável no rúmen (CPDR) e de energia (CMOD) nos estádios vegetativo e pré-florescimento também aumentaram, pois além do incremento quantitativo da dieta, verifica-se maior qualidade da dieta quando o animal tem a oportunidade de selecionar porções menos fibrosas da planta. Da mesma forma, Morais et al. (2007) observaram aumentos lineares nos consumo de proteína e de matéria orgânica digestível ao fornecer níveis crescentes (1,5; 1,75; 2; 2,25% do PV e *ad libitum*) de capim elefante anão.

No estágio de florescimento, no entanto, não se observou efeito da oferta ($P > 0,05$) sobre os consumos de energia e proteína, o que pode ser explicado pela menor qualidade da pastagem nessa fase, visto que maiores níveis de consumo de energia e proteína foram limitados pelo maior conteúdo de material fibroso e de menor qualidade. Nessa fase de maturidade, a participação de folha é reduzida, dificultando a ingestão de componentes digestíveis. Quando o azevém estava florescido (maiores quantidades de

colmo), os animais mostraram um comportamento seletivo semelhante a situações de quando a oferta de forragem é baixa (Figura 5). Esse resultado sugere a idéia de que o animal percebe, não apenas a quantidade de forragem, mas também a qualidade para modificar o seu comportamento ingestivo e garantir a ingestão de forragem.

Em termos de seletividade e consumo de componentes morfológicos da planta, no estágio vegetativo ofereceram-se somente folhas, mas nos estádios mais tardios (pré-florescimento e florescimento), com o incremento da oferta de forragem, foi possível verificar o aumento da quantidade de folhas consumidas, em relação ao colmo, principalmente na fase de florescimento, onde o consumo de colmo foi constante em função das ofertas. O aumento no consumo da fração inflorescência poderia ser explicado pelo seu aumento na participação em relação às demais frações, já em estágio fisiológico avançado. Poppi et al. (1987) consideram que a folha é o componente da planta mais consumido pelos animais, fato atribuído ao maior teor de componentes digestíveis associado a um processo mais lento de lignificação da folha em relação ao caule a medida que a planta avança seu estágio de maturidade.

O comportamento observado na Figura 5, mostra que a porcentagem de folhas consumidas é semelhante à porcentagem de folhas oferecidas na dieta, independente de haver restrição na dieta ou não. Já em relação ao colmo, quando a dieta era restrita (oferta de 1,5% PV), o consumido foi semelhante ao oferecido, no entanto, quando se propiciou a seleção (*ad libitum*) a porcentagem de colmo consumido era menor ao oferecido. Com alimentação restrita (abaixo das exigências de manutenção) o animal acaba por não exercer seleção da dieta, consumindo alimento de menor qualidade e em menor quantidade. Ao se oferecer volumoso à vontade, propicia-se ao animal exercer a seletividade, consumindo assim as porções mais digestíveis do alimento oferecido.

O CMOD integra os fatores determinantes do consumo e da digestibilidade. Com os dados apresentados foi possível afirmar que, em situações de pastagem de boa qualidade, mesmo com redução na digestibilidade (estádio vegetativo, Figura 6), o animal compensa essa redução com maior consumo de alimento, a ponto de obter maiores consumos de energia, porém com menor aproveitamento do alimento ingerido.

A relação entre o consumo de PDR e de MOD (Figura 3), expressa uma relação entre a utilização de proteína e energia no rúmen, e pode apontar a eficiência de utilização desses nutrientes. Essa relação não foi alterada em função dos níveis de oferta, nos estádios de pré-florescimento e de florescimento ($P>0,05$), mas aumentou no estágio vegetativo, chegando a 300 g de PDR por kg de MOD quando os animais receberam alimento à vontade. As médias encontradas nos períodos mais tardios da pastagem (20,62 e 18,74%, para pré-florescimento e florescimento respectivamente) são maiores do que os preconizados pelo NRC (1996) que cita valores entre 7 a 13% para volumosos de média e baixa qualidade. É possível verificar que melhores resultados no desempenho poderiam ser atingidos, nesse tipo de pastagem, pelo incremento no conteúdo de MO fermentável no rúmen de fontes que não afetem a degradação da fibra.

O menor tempo de permanência do alimento no rúmen no tratamento 1,5 % PV comparado à alimentação à vontade ($P<0,05$) é citado na literatura (Grover & Williams, 1977; Ospina, 1995). A causa da passagem do material ingerido pelo trato gastrointestinal pode ser atribuída a três fatores: redução do tamanho de partícula, escape do rúmen e movimento de partículas através do trato. O aumento no consumo de alimento pressiona o fluxo de resíduos indigeridos e assim aumenta a taxa de passagem. A redução no consumo de forragem resulta em maior eficiência na mastigação, pelo maior tempo gasto colhendo o alimento e ruminando por quilograma de matéria seca

ingerida; como consequência, há redução do tamanho de partícula em nível de rúmen (Doreau et al., 2003). Em ensaio com ovinos recebendo níveis de oferta de capim elefante anão, Morais et al. (2007) verificaram aumentos na taxa de passagem da fase sólida do conteúdo digestório pelo retículo-rúmen, com consequente redução no tempo de retenção. De acordo com Forbes (2007), digestibilidade é a consequência da relação entre o tempo de retenção no rúmen e as características de degradação do alimento. As partículas maiores dos alimentos permanecem por mais tempo no rúmen, tornando-o digerível em sua máxima extensão, ou seja, seu potencial de digestibilidade.

Os coeficientes de digestibilidade da MO e da FDN (Figura 6) só foram afetados pelo nível de oferta de forragem ($P < 0,05$) no estágio vegetativo. Resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho são reportados na literatura (Long et al., 2004; Leão et al., 2005), onde o aumento no consumo afetou negativamente a digestibilidade do alimento. Considerando que os aumentos de consumo e da taxa de passagem resultam em um menor tempo de retenção da matéria orgânica no rúmen, menor é o tempo disponível para que os microorganismos celulolíticos atuem digerindo a fibra. Assim, a redução linear na digestibilidade que geralmente se observa quando maiores consumos são verificados, deve-se provavelmente aos resultados dos efeitos da competição da passagem e digestão da forragem pelo trato gastrointestinal.

Nos estádios de pré-florescimento e de florescimento os coeficientes de digestibilidade não foram afetados ($P > 0,05$) em função dos tratamentos impostos, situação também verificada na literatura (Damasceno et al., 2000; Fanchone et al., 2010). Mesmo com as taxas de passagem maiores, e menores tempos de retenção (Tabela 3) à medida que as ofertas de alimento aumentavam, tal efeito não foi suficiente para causar redução da digestibilidade nos períodos tardios. Esse fato pode ser

explicado pelo aumento na participação de parece celular à medida que avança a maturidade da planta. Dessa forma, a ação dos micro-organismos na degradação não é incrementada, pois o alimento ingerido já pode ter atingido seu grau máximo de degradação.

A variação dos resultados também pode ser explicada pela heterogeneidade em termos de composição morfológica, e a forma como o mesmo foi oferecido aos animais. Nos casos em que se verifica redução nos coeficientes de digestibilidade em maiores níveis de consumo, o volumoso foi oferecido picado (Ospina & Prates, 1998; Morais et al., 2007) ou peletizado (Robertson & Van Soest, 1975), ou seja, minimizando os efeitos da seleção por diferentes porções do alimento. Esses resultados comprovam a tese de que o menor tempo de permanência do alimento no rúmen por conta do aumento do consumo, apresenta efeito negativo na digestão dos componentes do alimento (Staples et al., 1984). No entanto, esse fenômeno só é pronunciado quando a composição estrutural e química do que é consumido não se altera, conforme verificado no estágio vegetativo do presente experimento, onde somente folhas foram oferecidas aos animais, caracterizando-se por um alimento homogêneo.

Quando o animal tem a oportunidade de selecionar as porções menos fibrosas do alimento (situação ocorrida nos estádios de pré-florescimento e de florescimento do presente estudo), a qualidade da dieta ingerida aumenta, o que neutraliza o efeito negativo de redução na digestibilidade em função de maior taxa de passagem. Em ensaios onde o alimento oferecido não é processado (por moagem ou trituração) e que o volumoso apresenta constituintes diferentes quimicamente (colmo e folhas, principalmente), à medida que a oferta não é limitante, o animal acaba por selecionar os constituintes mais digestíveis. É verdade que o efeito de tempo de retenção do alimento

no rúmen está presente, mas numericamente o acréscimo do coeficiente de digestibilidade causado pela seleção, acaba anulando o efeito da maior taxa de passagem na depressão da digestibilidade.

O consumo de nitrogênio bem como suas excreções pela urina e fezes foram crescentes em função dos níveis de oferta de forragem, o que poderia ser um indicativo de maiores perdas de nitrogênio quando maiores consumos são evidenciados. No entanto, a retenção de nitrogênio também foi crescente, mostrando que sua utilização é incrementada à medida que se aumenta o consumo de forragem. Yamamoto & Maruyama (1980) em um ensaio com feno de azevém anual com cabras, verificaram aumentos no consumo de nitrogênio, na excreção pelas fezes e urina e na sua retenção à medida que o consumo aumenta. Comportamento semelhante foi descrito por Long et al. (2004) em Yaks recebendo feno de aveia, por Singh et al. (2008) alimentando bovinos com palha de trigo e concentrado; e por Morais et al. (2007) alimentando ovinos com capim elefante anão.

O aumento no consumo de proteína é reflexo do incremento no consumo de matéria seca, sendo mais pronunciado quando o animal apresenta uma dieta de qualidade (situação verificada no estágio vegetativo) ou quando tem a oportunidade de selecionar as porções de maior qualidade e incrementar o consumo de conteúdo celular (conforme verificado no estágio de pré-florescimento). No caso da retenção de nitrogênio, seu incremento pode estar ligado ao aumento simultâneo no consumo de proteína e de matéria orgânica digestível (Morais et al., 2007). De acordo com os autores, essa situação propicia aumento nas quantidades de aminoácidos absorvidos, diminuindo a sua oxidação e a sua utilização como fonte de energia nos tecidos do animal.

O aumento da síntese de proteína microbiana (N_{mic} , g/dia) pode ser considerado reflexo do incremento de nutrientes ingeridos em função de maiores ofertas de forragem. Avaliando níveis de oferta de feno de aveia, Long et al. (2004) verificaram aumentos na excreção de alantoína e ácido úrico pela urina à medida que o consumo de alimento aumentou. Considerando a relação entre esses derivados púricos e a produção de proteína microbiana, os autores concluíram que o aumento na ingestão de matéria seca propiciou aumento na síntese de proteína microbiana.

O efeito da oferta na síntese de proteína microbiana foi mais pronunciado no estágio vegetativo em comparação ao pré-florescimento, ao se comparar a inclinação da reta ($6,71 \times 2,19$). Esse resultado ocorreu provavelmente pelo maior conteúdo proteico e energético no estágio vegetativo. Considerando o N_{mic} como grande contribuinte na proteína a ser absorvida no intestino e que servirá de fonte do nitrogênio que formará os tecidos do animal, fica justificado o aumento da retenção de nitrogênio à medida que houve incrementos na oferta (Figura 7) pelo melhor uso do nitrogênio consumido. Comparando feno de leguminosas com diferentes composições químicas, Mupangwa et al. (2000) constataram que a síntese de proteína microbiana foi aumentada quando o teor proteico da dieta aumentou. Os autores explicaram o efeito pelo aumento no consumo de proteína degradável e maior quantidade de matéria orgânica fermentável no alimento consumido. De acordo com Clark et al. (1992) o aumento no consumo de matéria orgânica, bem como de matéria orgânica digestível apresentam reflexos expressivos na produção microbiana.

Ao se avaliar a eficiência microbiana por meio da relação entre o N_{mic} e a matéria orgânica verdadeiramente digestível (g de N_{mic} /kg de MOVD), o mesmo decresceu linearmente em função das ofertas no estágio de pré-florescimento. Pode-se

considerar que o aumento do consumo de energia em maiores ofertas, foi mais pronunciado que os aumentos na síntese de proteína microbiana. O maior conteúdo protéico e menor teor de componentes fibrosos no azevém oferecido no estágio vegetativo, propiciou maiores CPDR e DMO (Figura 9). O CMO foi maior no estágio de pré-florescimento provavelmente pelo seu maior equilíbrio entre teor de MS, e constituintes protéicos e energéticos. Constatou-se também que o incremento da oferta, gera maiores consumos de energia (CMOD), apesar da redução na DMO. Esse efeito é explicado pela capacidade do animal em modular a carga de alimento no rúmen alterando a sua cinética digestiva (Ketelaars & Tolkamp, 1992) procurando atender suas necessidades de manutenção. Ou seja, o animal consome mais volumoso à medida que aumenta a oferta, aumentando a taxa de passagem, mesmo em detrimento da digestibilidade dos componentes, mas conseguindo assim maior consumo de nutrientes digestíveis.

2.5 Conclusões

O consumo de matéria seca aumenta com o incremento dos níveis de oferta de azevém, independente do estágio fenológico da planta. No entanto, o consumo de nutrientes só aumenta quando o animal tem condições de ingerir componentes de maior qualidade, conforme verificado nos estádios vegetativo e de pré-florescimento.

A digestibilidade é afetada pelo consumo desde que não haja oportunidade de seleção. O aproveitamento dos nutrientes é afetado pelo consumo, sendo dependente da oportunidade de seleção que é dada ao animal, variando, portanto, em função do estágio de maturidade da pastagem.

Em função da qualidade do alimento que está consumindo, o animal modula sua

cinética digestiva, de modo a consumir mais energia e reter mais nitrogênio, aumentando a eficiência no uso dos nutrientes ingeridos.

2.6 Literatura citada

Cannas, A., Tedeschi, L.O., Fox, D.G., Pell, A.N., Van Soest, P.J., 2004. A mechanistic model to predict nutrient requirements and feed biological values for sheep in each unique production situation. *J. Anim. Sci.* 82, 149-169.

Chen, X.B., Gomes, M.J., 1995. Estimation of Microbial Protein Supply to Sheep and Cattle Based on Urinary Excretion of Purine Derivatives—An Overview of the Technical Details. International Feed Resources Unit Rowett Research Institute, Bucksburn Aberdeen, UK.

Clark, J.H., Klusmeyer, T.H., Cameron, M.R., 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75, 2304-2323.

Damasceno, J.C., Santos, G.T., Cecato, U., Sakaguti, E.S., Alcade, C.R., Branco, A.F., 2000. Consumo voluntário e balanço de nitrogênio recebendo palha de arroz amonizada em diferentes níveis de oferta. *Rev. Bras. Zootec.* 29, 1167-1173.

Doreau, M., Diawara, A., 2003. Effect of level of intake on digestion in cows: influence of animal genotype and nature of hay. *Livest. Prod. Sci.* 81, 35–45.

Fanchone, A., Archimede, H., Baumont, R., Boval, M., 2010. Intake and digestibility of fresh grass fed to sheep indoors or at pasture, at two herbage allowances. *Anim. Feed Sci. Technol.* 157, 151-158.

Farinatti, L.H.E., Rocha, M.G., Poli, C.H.E.C., Pires, C.C., Pötter, L., Silva, J.H.S., 2006. Desempenho de ovinos recebendo suplementos ou mantidos exclusivamente em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). *Rev. Bras. Zootec.* 35, 527-534.

Forbes, J.M., 2007. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Second ed. CABI, Wallingford, 453pp.

Grovum, W.L., Williams, V.J., 1973. Rate of passage of digesta in sheep. 4. Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of rate-constants derived from the changes in concentration of marker in faeces. *Br. J. Nutr.* 30, 313-329.

Grovum, W.L., Williams, V.J., 1977. Rate of passage of digesta in sheep. 6. The effect of level of food intake on mathematical predictions of the kinetics of digesta in the reticulorumen and intestines. *Br. J. Nutr.* 38, 425-436.

Ketelaars, J.J.M.H., Tolkamp, B.J., 1992. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants. 1. Causes of differences in voluntary feed intake: critique of current

views. *Livest. Prod. Sci.* 30, 269-296.

Leão, M.I., Valadares Filho, S.C., Rennó, L.N., Cecon, P.R., Azevedo, J.A.G., Gonçalves, L.C., Valadares, R.F.D., 2005. Consumos e digestibilidades totais e parciais de carboidratos totais, fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coletas de digestas abomasal e omasal. *Rev. Bras. Zootec.* 34, 670-678.

Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57, 347-358.

Long, R.J., Dong, S.K., Hu, Z.Z., Shi, J.J., Dong, Q.M., Han, X.T., 2004. Digestibility, nutrient balance and urinary purine derivative in dry yak cows fed oat hay at different levels of intake. *Livest. Prod. Sci.* 88, 27-32.

Mertens, D.R., 1994. Regulation of forage intake, in: Fahey, G.C. (Eds.), *Forage quality, evaluation and utilization*. American Society of Agronomy, Washington, pp.450-493.

Minson, D.J., 1990. *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press, San Diego, 483pp.

Morais, J.A.S., Sanchez, L.M.B., Kozloski, G.V., Lima, L.D., Trevisan, L.M., Reffatti, M.V., Cadorin Júnior, R.L., 2007. Digestão do feno de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* schum. Cv. Mott) sob diferentes níveis de consumo em ovinos. *Cienc. Rural* 37, 482-487.

Mupangwa, N.T., Ngongonib, N.T., Toppsc, J.H., Acamovicd, T., Hamudikuwandab, H., Ndlovub, L.R., 2000. Dry matter intake, apparent digestibility and excretion of purine derivatives in sheep fed tropical legume hay. *Small Rumin. Res.* 36, 261-268.

National Research Council (NRC), 1996. *Nutrient requirements of beef cattle*. seventh revised ed. National Academic Press, Washington, DC, USA.

National Research Council (NRC), 2007. *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. National Academic Press, Washington, DC, USA.

Orskov, E.R., McDonald, I., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92, 499-503.

Ospina, H., Prates, E.R., 1998. Efeito de quatro níveis de feno sobre o consumo de nutrientes digestíveis por bezerras. *Rev. Bras. Zootec.* 27, 809-814.

Ospina, H., 1995. *Influência do nível de consumo de feno sobre a digestibilidade, cinética digestiva e degradação ruminal em bovinos*. PhD. Thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.

- Perecin, D., Cargnelutti Filho, A., 2008. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. *Ciênc. agrotec.* 32, 68-72.
- Poppi, D.P., Hughes, T.P., L'Huillier, P.J. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants, in: Nicol, A.M. (Ed.) *Feeding livestock on pasture*. New Zealand Society of Animal Production, Hamilton, pp.55-63.
- Robertson, J.B., Van Soest, P.J., 1975. A note on digestibility in sheep as influenced by level of intake. *Anim. Prod.* 21, 89-92.
- Rymer, C., 2000. The measurement of forage digestibility *in vivo*, in: Givens, D.I., Owen, E., Axford, R.F.E., Omed, H.M. (Eds.) *Forage evaluation in ruminant nutrition*. CABI, Wallingford, pp.113-144.
- Singh P., Verma, A.K., Sahu, D.S., Mehra, U.R., 2008. Utilization of nutrients as influenced by different restriction levels of feed intake under sub-tropical conditions in crossbred calves. *Livest. Sci.* 117, 308–314.
- Staples, C.R., Fernando, R.L., Fahey Jr, G.C., Berger, L.L., Jaster, E.H., 1984. Effects of intake of a mixed diet by dairy steers on digestion events. *J. Dairy Sci.* 67, 995-1006.
- Tedesco, M.J., Gianello, C., Bissani, C.A., Bohnen, H., Volkweiss, S.J., 1995. *Análise de solo, plantas e outros materiais*, second ed. UFRGS, Porto Alegre, Brazil.
- Tonetto C.J., 2009. Avaliação de genótipos de azevém diplóide e tetraplóide com manejos distintos de cortes visando duplo propósito. PhD. Thesis, Universidade Federal de Santa Maria, Brazil.
- Van Soest, P.J., 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*, second ed. Cornell University Press, New York, NY, USA.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., 1985. *Analysis of forages and fibrous foods - a laboratory manual for animal science*. Cornell University Press, Ithaca, USA.
- Yamamoto, K., Maruyama, T. 1980. Effect of level of intake on digestibility and nitrogen balance of high protein hay by goat. *J. Japan. Grassl. Sci.* 26, 330-336.

3.0 CAPÍTULO III¹

¹ Artigo elaborado conforme as Normas da Revista *Animal Feed Science and Technology* (Apêndice 1).

**Uso do nitrogênio fecal para estimativa de consumo e digestibilidade de azevém
anual por ovinos**

Resumo – Este experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a utilização do conteúdo de nitrogênio nas fezes como marcador para estimativa de consumo e digestibilidade de ovinos em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.). Foram realizados sete ensaios em gaiolas de metabolismo com 16 ovinos em cada ensaio, onde cada quatro animais recebeu um nível de oferta de azevém anual cortado manualmente diariamente, sendo eles: 1,5; 2,0; 2,5% do peso vivo de matéria seca e *ad libitum* onde procurou-se manter 20 % de sobras. Os experimentos foram agrupados por estádios de maturação da pastagem (vegetativo, pré-florescimento e florescimento). Foram feitas medidas de consumo de matéria orgânica (CMO, gramas por dia), por meio da diferença entre oferecido e sobras; coleção total de fezes durante cinco dias que após foi usada para determinação de nitrogênio fecal (NF, gramas por dia), proteína bruta (PB g/kg de matéria orgânica), de fibra em detergente ácido (FDA, gramas por dia e g/kg de matéria orgânica); e digestibilidade da matéria orgânica (DMO, g/kg). Foram estabelecidas as equações de regressão linear entre o CMO e o NF em cada um dos períodos, sendo que todas equações foram significativas ($P < 0,05$). As equações foram testadas entre si por análise de contrastes, verificando-se que eram diferentes ($P < 0,0001$), comprovando a necessidade da sua utilização em separado. Para a estimativa da DMO, testou-se duas equações (hiperbólica simples e hiperbólica múltipla), sendo a hiperbólica múltipla, que inclui os teores de PB e FDA nas fezes, a que melhor se adequou. Com as equações de CMO e DMO realizou-se a validação das mesmas, através da comparação entre a produção fecal observada e a estimada com

animais em pastejo. A regressão gerada entre o observado e o estimado apresentou um coeficiente de determinação de 0,94, comprovando a viabilidade da utilização das equações geradas.

Palavras-chave: estágio fenológico, fibra em detergente ácido, *Lolium multiflorum* Lam., modelo hiperbólico, proteína bruta

Use of faecal nitrogen as a marker to estimate intake and digestibility of Italian Ryegrass in sheep

Abstract – This experiment was carried out to evaluate the use of faecal nitrogen content as a marker to estimate intake and digestibility of sheep grazing Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). Seven trials were conducted in metabolic cages with 16 sheep in each, where four animals received an offer level of Italian Ryegrass collected by hand-plucking daily, and were: 1.5, 2.0, 2.5% of live weight of dry matter and *ad libitum*. The trials were grouped by phenological stages of the pasture (vegetative, pre-flowering and flowering). The measurements were: organic matter intake (OMI, g/day) by means of the difference between offer and refusal; total collection of faeces for five days after which was used for determination of fecal nitrogen (FN, g/day), crude protein (CP, g/kg organic matter), acid detergent fiber (ADF, g/day and g/kg organic matter) and organic matter digestibility (OMD, g/kg). Linear regression equations were found between OMI and NF in each phenological stage, and all equations were significant ($P < 0.05$). The equations were compared by contrasts analysis and found to be different ($P < 0.0001$), confirming the need to use separately. Two equations (simple hyperbolic

and multiple hyperbolic) were tested for OMD and the multiple hyperbolic, which includes CP and ADF in faeces showed best accuracy. The OMI and OMD equations were validated by comparing the observed and estimated faecal output using animals at pasture. The regression between the observed and estimated had a determination coefficient of 0.94, showing the feasibility of using the equations generated.

Key words: acid detergent fiber, crude protein, hyperbolic model, *Lolium multiflorum* Lam., phenological stage

3.1 Introdução

O uso de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) como fonte de volumoso é comum no sul do Brasil, e em outras regiões de clima subtropical na América do Sul. Com a expansão do cultivo de soja nessas áreas, verificou-se aumento da utilização dessa forrageira como cobertura de solo no inverno, ou até mesmo para produção animal. Essa forma de manejo da terra propicia uma fonte adicional de volumoso para ruminantes e auxilia no incremento das produções de carne e leite (Carvalho et al., 2005). Como forma de avaliar a utilização do azevém e determinar sua máxima eficiência como alimento para ruminantes, é necessário verificar o potencial de consumo dessa forrageira.

Existe grande diversidade de técnicas usadas comumente para determinação do consumo de alimento por animais em situação de pastejo, dentre elas se inclui o uso do conteúdo de nitrogênio presente na matéria fecal excretada pelo animal. Essa técnica é baseada na relação entre a concentração de proteína bruta presente nas fezes com a digestibilidade da matéria orgânica (Lancaster, 1949) ou até mesmo entre a relação

direta entre a quantidade de nitrogênio fecal (gramas) com o consumo de matéria orgânica. Nesse caso, o indicador interno não necessita ser indigestível e é somente medido nas fezes.

No entanto, a metodologia requer um ensaio convencional de digestibilidade em gaiolas de metabolismo com alimento semelhante a ser oferecido ao animal em pastejo, para estabelecer as relações entre o marcador e a digestibilidade e o consumo. O nitrogênio fecal é o componente químico mais utilizado para esta finalidade (Penning, 2004), e vários estudos são encontrados na literatura avaliando o nitrogênio fecal como marcador na estimativa de consumo (Boval et al., 1996, Carvalho et al., 2007, Peripolli et al. 2011) e digestibilidade (Lukas et al., 2005; Boval et al., 2003, Fanchone et al., 2009).

Diferente dos métodos que utilizam marcadores externos, os quais necessitam métodos complexos de análise, nem sempre disponíveis na maioria dos centros de pesquisas (Berchielli et al., 2005), a utilização do nitrogênio como marcador a ser utilizado como índice fecal para estimativa da quantidade de alimento consumido por ruminantes depende apenas de equipamentos e técnicas normalmente disponíveis na maioria dos laboratórios que realizam análises em alimentos. Como vantagens do método em relação aos demais marcadores, este não precisa ser indigestível, não há necessidade de dosificar o marcador, não é necessário amostragem do alimento e se quantifica o consumo diretamente em função da equação proposta.

Tendo em vista a importância do azevém anual nos sistemas produtivos do sul do Brasil, a necessidade de estudos nutricionais em pastejo mais aprofundados com esse tipo de forrageira, e as vantagens descritas da utilização do conteúdo nitrogenado das fezes nessas avaliações, esse estudo foi realizado para avaliar a hipótese de que o

nitrogênio fecal pode ser utilizado como marcador nas estimativas de consumo e digestibilidade para ovinos consumindo azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.).

3.2 Material e Métodos

Para a composição do presente trabalho, foram conduzidas pesquisas na Estação Experimental Agronômica, localizada em Eldorado do Sul – RS e pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os experimentos foram realizados durante os anos de 2007 a 2010, totalizando sete ensaios com ovinos (n = 106) alimentados com azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em gaiolas de metabolismo. Cada um dos sete experimentos foi conduzido de forma semelhante no seu desenho experimental e cronograma de coletas, variando somente a composição química pela variação do estágio fenológico da pastagem utilizada. Realizou-se a análise de agrupamento dos experimentos em função das características químicas e morfológicas do volumoso (Figura 1).

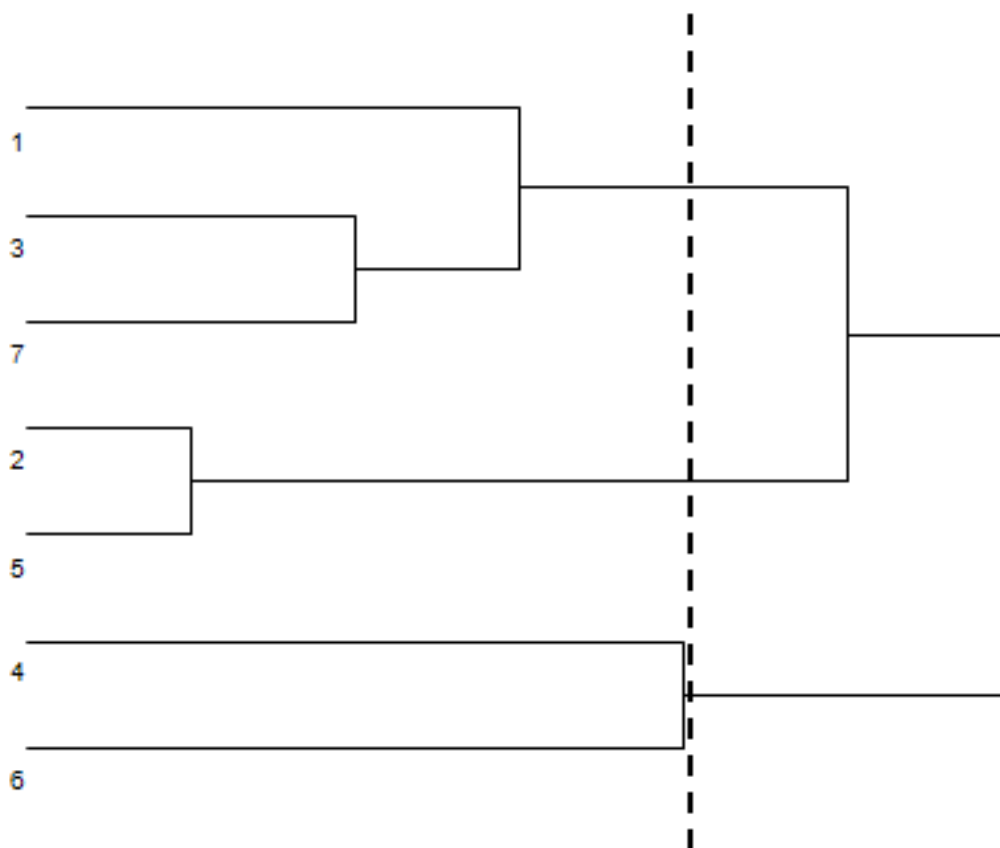


Figura 1. Análise de agrupamento baseado na composição química de azevém anual oferecido à ovinos em sete experimentos utilizados para avaliação do nitrogênio fecal como marcador, onde: 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 - ensaios realizados. 1, 3 e 7 = Florescimento; 2 e 5 = Pré-florescimento; 4 e 6 = Vegetativo.

Cada experimento foi composto por 16 animais aleatoriamente alocados em quatro tratamentos, sendo esses representados por quatro níveis de oferta de forragem: 1,5; 2; 2,5% de matéria seca pelo peso vivo ou à vontade, com pelo menos 20% de sobras diárias. O objetivo do uso desses níveis de oferta foi gerar contrastes existentes entre diferentes níveis de consumo e assim obter equações mais abrangentes. O delineamento experimental foi completamente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições (animais) por tratamento.

O volumoso utilizado foi o azevém, cortado instantes antes do fornecimento aos

animais, sendo fornecido pela manhã (9:00) e pela tarde (18:00), coletando-se a metade superior das plantas com o intuito de simular o material que seria apreendido pelos animais. A composição do alimento está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição bromatológica e componentes morfológicos do azevém oferecido

Parâmetros	Vegetativo	Pré-florescimento	Florescimento
Matéria seca (%)	15,59	17,69	25,72
PB (% MS)	24,61	16,69	14,03
Cinzas (% MS)	10,00	9,57	6,69
FDNcp (% MS)	39,79	54,86	59,93
LDA (% MS)	3,21	4,75	5,92
Folhas (%)	80,87	45,71	15,32
Colmo (%)	15,22	40,50	32,27
Inflorescência (%)	3,92	13,79	52,41

PB = proteína bruta; % MS = porcentagem da matéria seca; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; LDA = lignina em detergente ácido.

Os experimentos foram estruturados como ensaios de digestibilidade convencional (Rymer, 2000), com uma fase de adaptação de 10 dias, e mais cinco dias para a coleta de fezes e medidas do consumo. Para realizar os cálculos de consumo, durante os cinco dias de coleta, pesou-se o oferecido e as sobras de alimento, coletando-se amostras diárias. Do alimento oferecido, retirou-se uma amostra diária de aproximadamente 500 gramas que foi seca em estufa a 55°C. Posteriormente juntou-se as amostras de alimento oferecido dos cinco dias sendo preparada para moagem e posterior análise laboratorial.

Para a determinação do conteúdo de nitrogênio nas fezes, coletou-se o conteúdo fecal produzido em 24 horas durante os cinco dias de coleta, retirou-se 20% do total e foi levado à estufa a 55°C por 72 horas. Logo após, as fezes pré-secas foram agrupadas

por animal, moídas e realizadas as análises laboratoriais.

Nas amostras de alimento oferecido, sobras de gaiola e fezes determinou-se: matéria seca por secagem em estufa à 105°C por 12 horas; a matéria orgânica após queima em mufla à 550°C; conteúdo de nitrogênio (N) pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1990), sendo a proteína bruta obtida pela multiplicação do N por 6,25. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra e detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) no oferecido e nas fezes foram determinados conforme proposto por Van Soest & Robertson (1985).

O cálculo do consumo foi realizado mediante a diferença entre o alimento oferecido e as sobras. A determinação da quantidade de nitrogênio e FDA excretados nas fezes foi realizada multiplicando-se o teor determinado na amostra pela produção fecal diária. A digestibilidade foi calculada como a diferença entre o consumido e o excretado, dividido pelo consumido.

Realizou-se a análise de variância para verificar o efeito da interação entre o conteúdo de nitrogênio fecal e o estágio fenológico do azevém. Foram estabelecidas as equações de regressão linear entre o consumo de matéria orgânica (CMO, gramas por dia) e o nitrogênio fecal (NF, gramas por dia) com os dados agrupados por estágio de maturidade das plantas (vegetativo, pré-florescimento e florescimento). Para avaliar a utilização do conteúdo fecal de FDA e FDN em conjunto com o nitrogênio fecal em uma equação múltipla, utilizou-se o *Stepwise* como método de seleção de variáveis em regressão múltipla. Os valores de NF observados nos experimentos foram utilizados nas equações geradas, de forma que se obteve valores de CMO estimados. Estes dados foram comparados com os valores de CMO observados nos ensaios, dessa forma, a variabilidade média da distância entre o valor estimado e o valor observado foi avaliada

pelo quadrado médio do erro de predição (QMEP) de acordo com Fuentes-Pila et al. (1996). A acurácia das equações foi avaliada pelo erro relativo da estimativa (ERE) definido como a relação entre a raiz quadrada positiva do QMEP e a média dos consumos observados (Fuentes-Pila et al., 2003).

Para avaliação do teor de proteína bruta (PB) das fezes como marcador para estimativa de digestibilidade, foram estabelecidas as equações de regressão entre o coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (DMO, g/kg) e o teor de PB fecal (g/kg de MO), sendo utilizados o modelo hiperbólico. Avaliou-se também a inclusão do teor de FDA em uma equação hiperbólica múltipla juntamente com a PB fecal. Os valores de PB fecal observados nos experimentos foram utilizados nas equações geradas, de forma que se obteve valores de DMO estimados. Estes dados foram comparados com os valores de DMO observados nos ensaios de acordo com o proposto por Fuentes-Pila et al. (1996).

A validação da metodologia para uso em ensaios com ovinos em pastejo foi realizada em amostras de fezes coletadas por meio de bolsas de coleta total em ovinos pastejando azevém anual em dois estádios de maturidade (pré-florescimento e florescimento) com diferentes ofertas de forragem (5, 10 e 20 % do peso vivo de matéria seca de forragem) em pastoreio contínuo. Utilizou-se os dados de 26 animais com peso vivo variando entre 38 e 70 kg. As coletas foram divididas em dois períodos (estádios fenológicos), totalizando então 51 dados individuais. Em cada período coletou-se as fezes por cinco dias consecutivos, por meio de bolsas. O experimento foi realizado na mesma área onde foi colhida a forragem oferecida aos animais em gaiolas de metabolismo. Para a validação, utilizaram-se as equações de estimativa de consumo e digestibilidade consideradas mais adequadas e por meio do seguinte cálculo:

Produção fecal = consumo x (1 – digestibilidade) (Penning, 2004)

Para validação, estimou-se a produção fecal de cada animal (n = 51). Por fim, realizou-se a regressão entre a produção fecal observada e a produção fecal estimada, obtendo-se os coeficientes de determinação e de correlação.

3.3 Resultados

Com o objetivo de avaliar o efeito do estágio de maturidade da planta, as equações lineares geradas pela relação entre o consumo de matéria orgânica e o nitrogênio fecal (Figura 2 – vegetativo; Figura 3 – pré-florescimento; Figura 4 – florescimento) foram testadas entre si, comparando o coeficiente angular, verificando-se efeito significativo ($P < 0,0001$) entre elas. Também testou-se, pelo método *stepwise* a utilização do conteúdo fecal de FDA e FDN juntamente com o nitrogênio fecal, na forma de regressão múltipla, mas não obteve-se valor significativo ($P > 0,05$) para a sua inclusão no modelo em nenhum dos estádios.

Considerando o erro relativo da estimativa na avaliação das equações, os mesmos estiveram abaixo de 10% nos três estádios avaliados. Os coeficientes de determinação das equações geradas nos períodos vegetativo e de pré-florescimento, estiveram acima de 0,90, enquanto no período de florescimento pleno foi de 0,81.

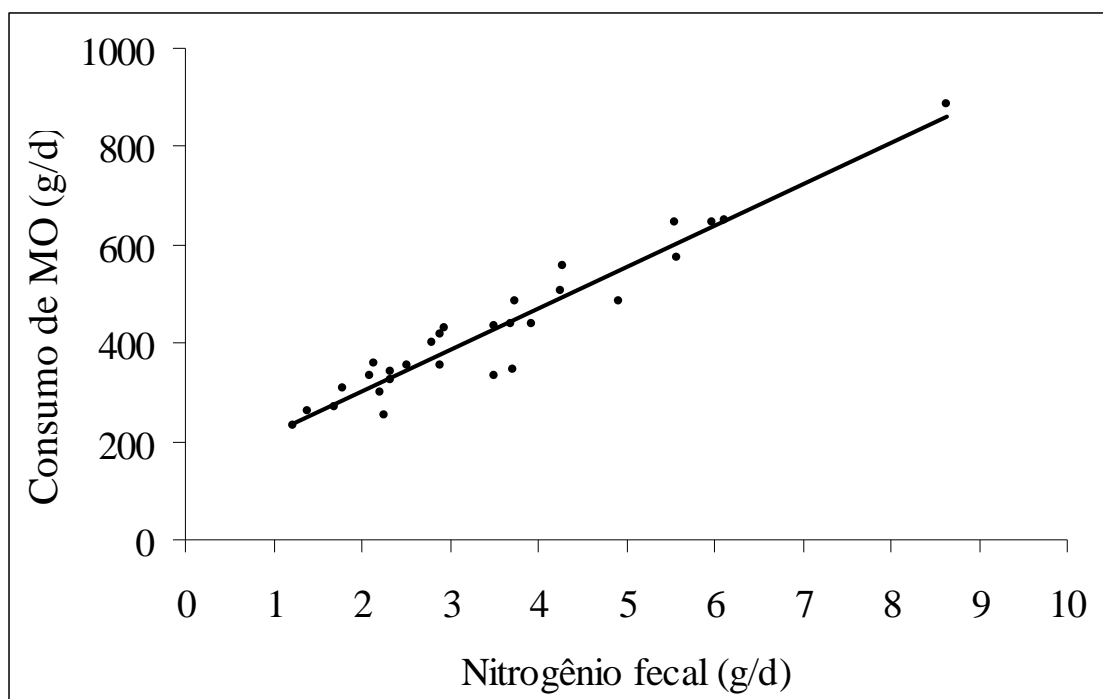


Figura 2. Relação entre o conteúdo fecal de nitrogênio diário (g/d) e o consumo de matéria orgânica (g/d) por ovinos alimentados com azevém anual em estágio vegetativo. $CMO = 132,51 + 84,40NF$; $P < 0,0001$; $R^2 = 0,92$; $ERE = 9,52\%$.

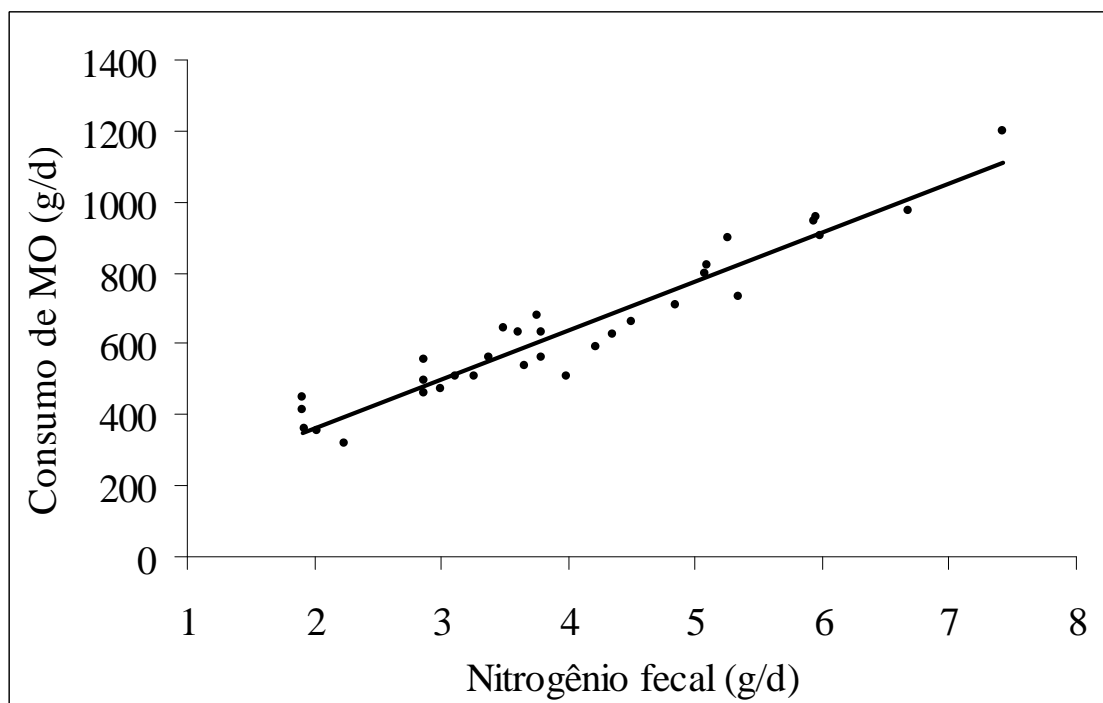


Figura 3. Relação entre o conteúdo fecal de nitrogênio diário (g/d) e o consumo de matéria orgânica (g/d) por ovinos alimentados com azevém anual em estágio de pré-florescimento. $CMO = 86,98 + 138,15NF$; $P < 0,0001$; $R^2 = 0,92$; $ERE = 9,09\%$.

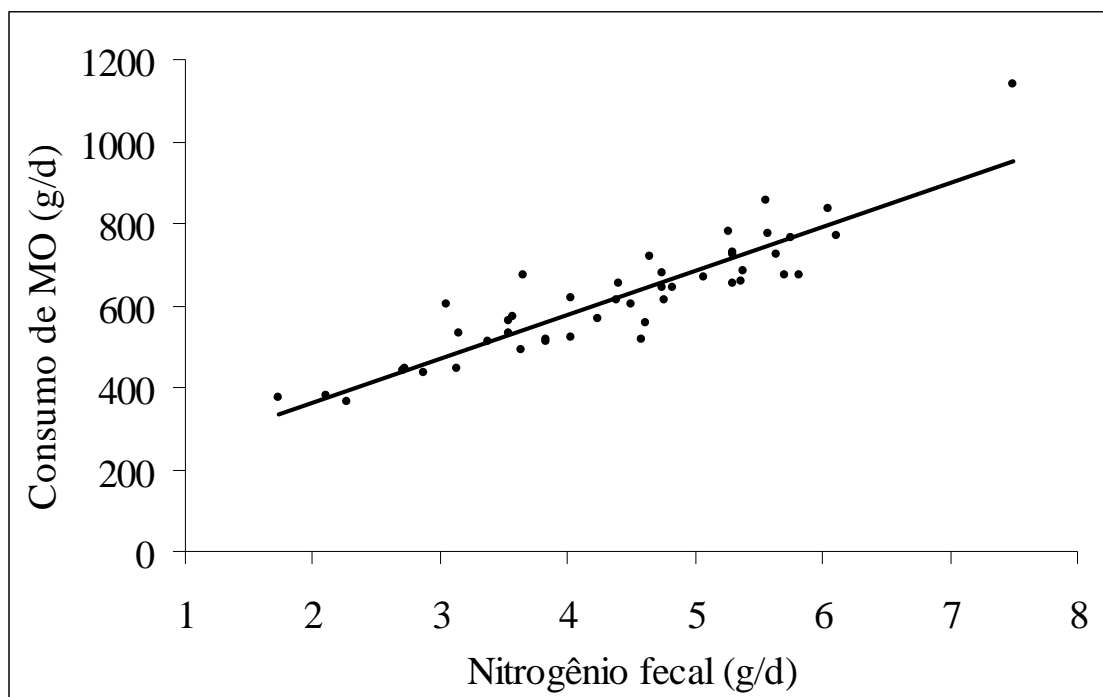


Figura 4. Relação entre o conteúdo fecal de nitrogênio diário (g/d) e o consumo de matéria orgânica (g/d) por ovinos alimentados com azevém anual em estágio de florescimento. $CMO = 146,24 + 107,60NF$; $P < 0,0001$; $R^2 = 0,81$; $ERE = 9,94\%$.

Para a avaliação do teor de proteína bruta fecal (PBf) e da FDA fecal (FDAf) como marcadores na estimativa da digestibilidade da matéria orgânica (DMO), plotou-se os valores graficamente, onde se verificou que os dados de PBf se ajustaram de forma não linear em relação à DMO (Figura 5). A relação entre a FDAf e a DMO mostrou-se linear ($P < 0,05$) (Figura 6).

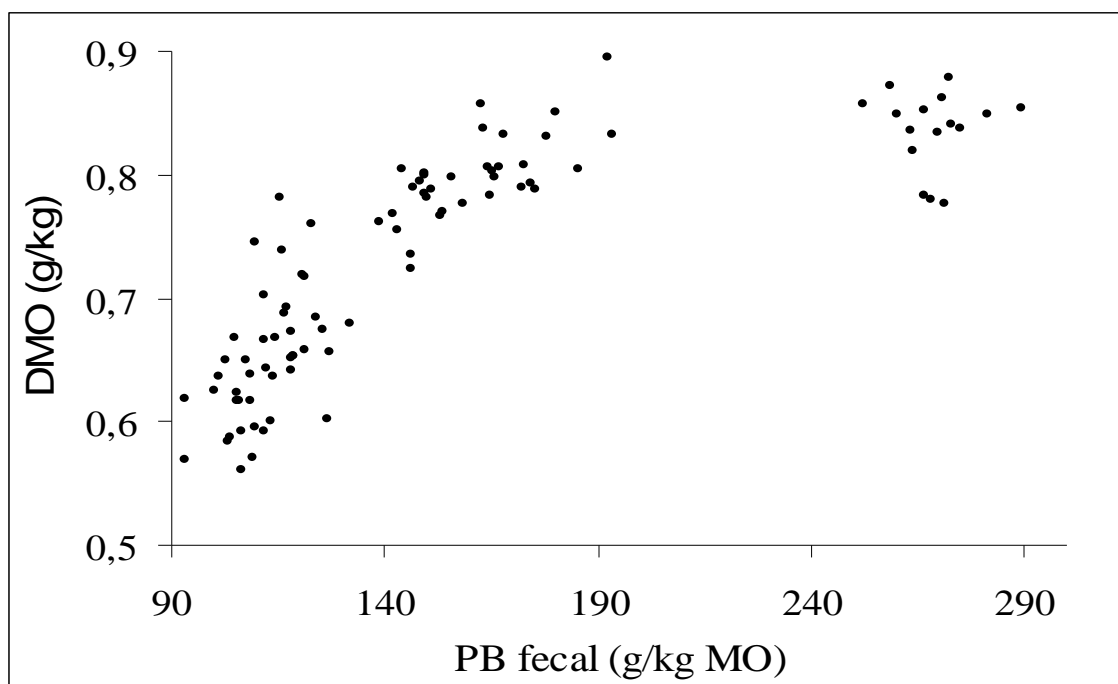


Figura 5. Relação entre o coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (DMO) e o teor de proteína bruta na matéria orgânica (PBf, g/kg MO) nas fezes de ovinos alimentados com azevém anual.

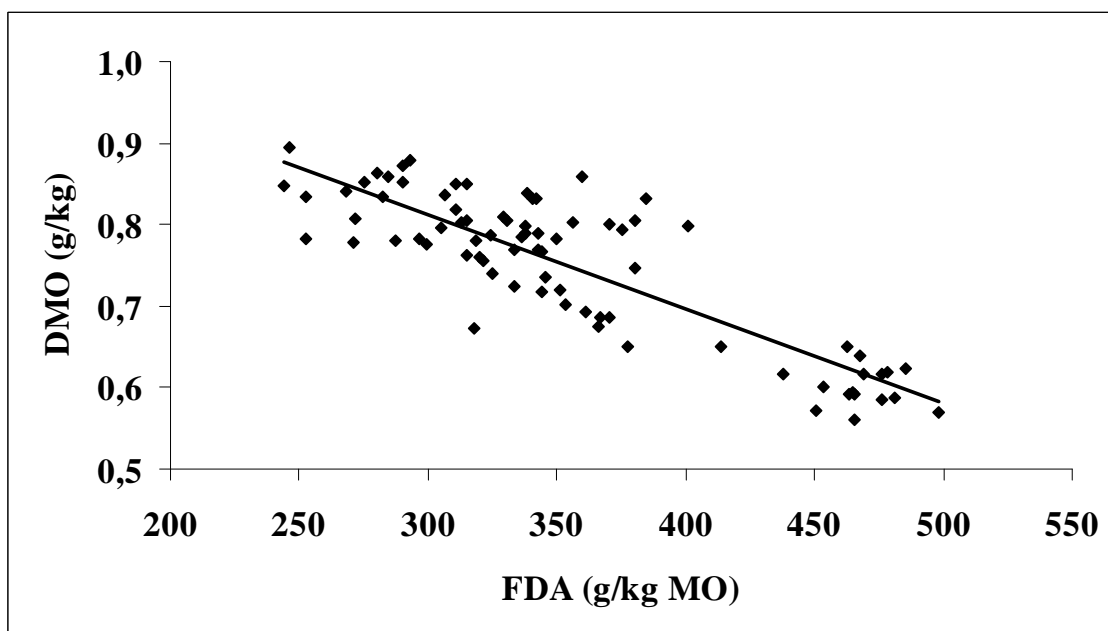


Figura 6. Relação entre o coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (g/kg) e o teor de FDA na matéria orgânica (g/kg MO) nas fezes de ovinos alimentados com azevém anual. $DMO = 1,1614 - 0,0012FDAf$; $R^2 = 0,73$.

Baseado nos dados observados graficamente (Figura 5) e nas considerações

observadas na literatura a respeito do assunto (Boval et al., 1996; Fanchone et al., 2009) gerou-se uma equação hiperbólica para a relação entre a DMO e a PBf (Tabela 2). Também foi montada uma equação hiperbólica múltipla, incluindo a FDAf juntamente com a PBf (Tabela 2). Os erros relativos da estimativa para as duas equações ficaram em torno de 5%, mas o coeficiente de determinação foi mais alto para o modelo hiperbólico múltiplo (0,83).

Tabela 2. Equações de relação entre o coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (DMO, g/kg) e teores de componentes fecais (nitrogênio fecal e FDA, g/kg de matéria orgânica)

Modelo	Equação	R ²	ERE
Hiperbólico simples	$DMO = 1,01557 - 39,6067/PBf$	0,77	5,87
Hiperbólico múltiplo	$DMO = 1,11581 - 23,4416/PBf - 0,000590151FDAf$	0,83	5,11

PBf = proteína bruta fecal; FDAf = fibra em detergente ácido fecal; R² = coeficiente de determinação; ERE = erro relativo da estimativa.

Com as equações geradas, se realizou a validação das equações com os melhores índices, em animais em situação de pastejo de azevém anual. Como os animais em pastejo foram avaliados em dois estádios de maturidade da pastagem, para a estimativa do consumo, utilizou-se a equação correspondente ao estádio fenológico do azevém em que os ovinos em pastejo se encontravam na hora da coleta. Para a estimativa de digestibilidade utilizou-se o modelo hiperbólico múltiplo. Baseado nos dados estimados de digestibilidade e consumo, calculou-se a produção fecal estimada pelos marcadores e a produção fecal observada, obtida por meio de bolsas coletoras. (Figura 7), obtendo-se um coeficiente de determinação de 0,93 e um coeficiente correlação de 0,96.

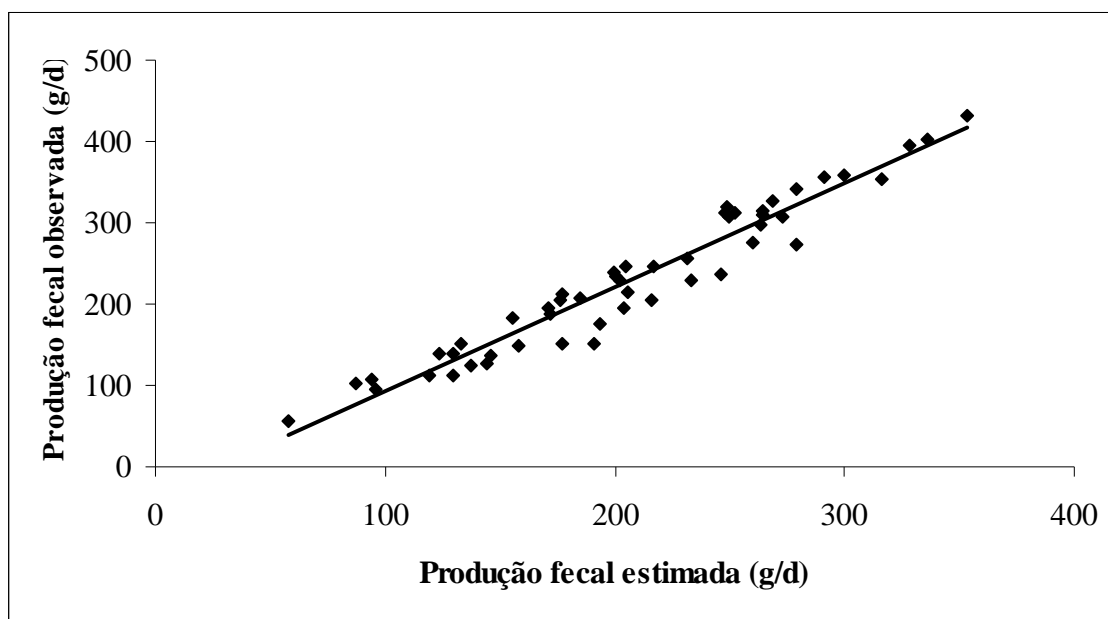


Figura 7. Relação entre a produção fecal observada (PFO, g/d) e a produção fecal estimada (PFE, g/d) de ovinos pastejando azevém anual. $PFO = -34,64 + 1,276PFE$; $P < 0,0001$; $R^2 = 0,94$; $R = 0,97$.

3.4 Discussão

Da mesma forma como já exposto pela literatura avaliando outras plantas forrageiras (Boval et al., 1996; Peripolli et al., 2011), há uma relação positiva entre a quantidade de nitrogênio excretada nas fezes e o consumo de matéria orgânica por ovinos. Boval et al. (1996) avaliando essa metodologia em gramíneas tropicais, encontrou que a melhor estimativa de consumo ocorreu com a utilização do nitrogênio fecal ($R^2 = 0,86$). O mesmo estudo mostrou que o estágio de maturidade da planta afeta a relação entre o consumo de matéria orgânica e a excreção de nitrogênio por ovinos e que o uso de equações separadas por estágio aumentou a acurácia da utilização desse tipo de marcador.

O uso de equações específicas para diferentes situações na estimativa do consumo foi efetivo com o azevém na fase vegetativa ($R^2 = 0,92$; Erro relativo da estimativa (ERE) = 9,52%); no pré-florescimento ($R^2 = 0,92$; ERE = 9,09%) e no

florescimento ($R^2 = 0,81$; ERE = 9,94). Observando os coeficientes de determinação acima de 0,81, conclui-se que o modelo proposto se ajustou aos dados, e os ERE estão abaixo de 10%, e que de acordo com o critério proposto por Fuentes-Pila et al. (1996) podem ser considerados como satisfatórios para a estimativa.

O uso de equações específicas para cada fase de maturidade da pastagem é corroborado pelo contraste significativo ($P < 0,0001$) entre as equações geradas no presente experimento. Tal situação concorda com os dados apresentados por Oliveira et al. (2007) que mostraram coeficiente de determinação de 0,96 quando avaliaram a relação CMO e NF usando uma forragem tropical (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott) na região sul do Brasil. No entanto, quando os autores compilaram os dados de oito experimentos com diferentes plantas forrageiras, o coeficiente de determinação foi de 0,48. Esses fatos indicam que para maior acurácia na utilização do nitrogênio das fezes para medir consumo, deve-se usar dietas semelhantes aos que estão sendo usados nos ensaios em situação de pastejo (Penning, 2004). No entanto, não significa que para cada experimento conduzido com azevém anual deva-se determinar outras equações, visto que o presente estudo engloba dados desse tipo de pastagem em diferentes anos, composições morfológicas e químicas, com diversos animais avaliados. Fica, então, viabilizada, a utilização das equações aqui propostas, em outros ensaios com a mesma espécie forrageira no mesmo estágio de maturação.

Uma vez que a relação entre o teor de nitrogênio das fezes e a digestibilidade e o consumo não são constantes, variando de acordo com a espécie da planta e a estação do ano (Coates & Penning, 2000), sua melhor utilização é alcançada quando se gera equações específicas. Isso é realizado por meio de ensaios de digestibilidade convencional em gaiolas de metabolismo, através do fornecimento de uma dieta mais

próxima possível à que os animais estão submetidos nos ensaios em pastejo. Carvalho et al. (2007) consideram a variação nas relações entre a composição da dieta e o nitrogênio excretado nas fezes em função da espécie forrageira, nível de adubação nitrogenada, ciclo vegetativo, entre outros fatores. Isso é fator determinante, segundo os autores, para a necessidade de obterem-se equações para situações particulares.

Penning (2004) ainda comenta que se devem respeitar as variações relacionadas às funções do aparelho digestivo existente entre espécies ruminantes bem como o tipo de dieta oferecida, e essa interação entre esses fatores que influem sobremaneira quando os animais estão em situação de pastejo. Nesse mesmo âmbito, em estudo realizado com diversas forragens utilizadas em experimentos conduzidos com ovinos no Rio Grande do Sul, Peripolli et al. (2011) constataram haver relação linear entre o consumo de matéria orgânica e a excreção fecal de nitrogênio (gramas/dia) em ovinos, quando analisaram os dados conjuntos de 58 experimentos com diferentes forrageiras ($CMO = 216,17 + 11,09 * NF$, $R^2 = 0,71$). Os dados foram também separadamente analisados em função da digestibilidade, tipo de forragem e ciclo de produção, resultando em menor variação e maior precisão das equações na maioria dos grupos.

As equações geradas para estimativa da digestibilidade da matéria orgânica apresentaram erro relativo da estimativa (ERE) um pouco acima de 5%, ou seja, estando na faixa considerada por Fuentes-Pila et al. (1996) como satisfatórios. Sobre a escolha do modelo a ser utilizado para explorar a relação entre DMO e a PBf, vários autores consideram que o modelo hiperbólico é o que mais se adapta para esse tipo de fim (Boval et al., 1996; Fanchone et al., 2009). Tal fato ocorre pela relação biológica desse tipo de modelo, conforme já apresentado por Lancaster (1949).

Existe uma relação constante entre o consumo e a proteína metabólica fecal,

constituídas por células da descamação do epitélio, secreções do aparelho digestivo e microorganismos, que não ocorre com as proteínas originárias do alimento ingerido. A proteína do alimento ingerido podem variar independente do consumo, mas dependente da natureza da dieta (Boval et al., 2003). Estes mesmos autores ainda apresentam uma série de derivações mostrando essas interrelações entre os conteúdos nitrogenados das fezes com o consumo e a digestibilidade, mostrando ser plausível a hipótese de Lancaster (1949) previamente comentada.

A função hiperbólica (Figura 5) descreve o rápido aumento da digestibilidade da matéria orgânica por unidade de proteína bruta fecal, seguido de uma curvatura relativamente acentuada antes de atingir a digestibilidade máxima. A equação gerada pelo modelo hiperbólico utilizando somente o teor de PBf (Tabela 2) apresentou coeficiente de determinação de 0,77, mas considerando a relação negativa entre a digestibilidade e o conteúdo de FDAf (Figura 6) justificou-se a utilização da mesma em um modelo hiperbólico múltiplo. O modelo gerado então aumentou o R^2 para 0,83, atestando o aumento da confiabilidade dessa equação para estudos nutricionais de animais pastejando azevém anual.

O uso de outros componentes além do conteúdo protéico, na estimativa da DMO, é comentado na literatura (Lukas et al., 2005; Wang et al., 2009) e o FDAf tem sido o componente com melhores resultados (Boval et al., 2003; Oliveira, 2009), situação que foi confirmada pelos dados apresentados no presente experimento. Ribeiro Filho et al. (2005) utilizaram equação múltipla, que além de contar com a PBf e o FDAf, ainda inclui o teor de PB da pastagem. No entanto, o problema da utilização de componentes do alimento supostamente ingerido pelo animal é a própria dificuldade em se coletar uma amostra representativa do que realmente é colhido pelo animal.

A validação realizada com animais em ensaio conduzido em pastejo, comparando a produção fecal observada medida por meio de bolsas coletoras e a produção fecal estimada indiretamente pelos marcadores (Figura 7), mostrou-se, comprovando a acurácia da utilização de ambas as equações em ensaios de pastejo. Nos ensaios de Boval et al. (1996) e Boval et al. (2003), validações com animais em pastejo também verificaram a eficácia dessa metodologia em estudos nutricionais em pastejo.

3.5 Conclusões

O nitrogênio fecal tem ótimo potencial de uso para estimativa de consumo por ovinos em pastagem de azevém anual. Recomenda-se o uso das equações com os dados separados por estágio fenológico da planta.

O modelo hiperbólico múltiplo para a estimativa da digestibilidade por meio da PBf e da FDAf é o mais adequado para animais alimentados com azevém anual.

As equações para estimativa de consumo e digestibilidade apresentaram satisfatória possibilidade de uso conjuntamente, comprovado pelos dados de validação das mesmas.

3.6 Literatura citada

AOAC, 1990. Official methods of analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington, VA, USA.

Berchielli, T.T., Oliveira, S.G., Garcia, A.V., 2005. Aplicação de técnicas para estudos de ingestão, composição da dieta e digestibilidade. Arch. Vet. Sci. 10, 29-40.

Boval, M., Peyraud, J.L., Xande, A., Aumont, G., Coppry, O., Saminadin, G., 1996. Evaluation of faecal indicators to predict digestibility and voluntary intake of *Dichanthium* spp. by cattle. Ann. Zootech. 45, 121-134.

Boval, M., Archimede, H., Fleury, J., Xande, A., 2003. The ability of faecal nitrogen to predict digestibility for goats and sheep fed with tropical forage. J. Agric. Sci. 140, 443–

450.

Carvalho, P.C.F., Kozloski, G.V., Ribeiro Filho, H.M.N., Reffatti, M.V., Genro, T.C.M., Euclides, V.P.B., 2007. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. *Rev. Bras. Zootec.* 36, 151-170.

Carvalho, P.C.F., Anghinoni, I., Moraes, A., Trein, C.R., Flores, J.P.C., Cepik, C.T.C., Levien, R., Lopes, M.T., Baggio, C., Lang, C.R., Sulc, R.M., Pelissari, A., 2005. O estado da arte em integração lavoura-pecuária, in: Gottschall, C.S., Silva, J.L.S., Rodrigues, N.C. (Eds.). *Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia.* ULBRA, Canoas, Brazil, pp.7-44.

Coates, D.B., Penning, P., 2000. Measuring animal performance. In: Mannelje, L., Jones, R.M. (Eds.). *Field and laboratory methods for grassland and animal production research.* CABI, Wallingford, pp.353-402.

Fanchone, A., Archimede, H., Boval, M., 2009. Comparison of fecal crude protein and fecal near-infrared reflectance spectroscopy to predict digestibility of fresh grass consumed by sheep. *J. Anim. Sci.* 87, 236–243.

Fuentes-Pila, J., DeLorenzo, M.A., Beede, D.K., Staples, C.R., Holter, J.B., 1996. Evaluation of equations based on animal factors to predict intake of lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 79, 1562-1571.

Fuentes-Pila, J., Ibanez, M., Miguel, J.M.D., Beede, D.K., 2003. Predicting average feed intake of lactating Holstein cows fed totally mixed rations. *J. Dairy Sci.* 86, 309-323.

Lancaster, R. J. 1949. Estimation of digestibility of grazed pasture from faeces nitrogen. *Nature* 163, 330–331.

Lukas, M., Südekum, K.H., Rave, G., Friedel, K., Susenbeth, A., 2005. Relationship between fecal crude protein concentration and diet organic matter digestibility in cattle. *J. Anim. Sci.* 83, 1332–1344.

Oliveira, L., 2009. Métodos em nutrição de ruminantes: Estimativa do consumo através de índices fecais e estimativa de síntese microbiana ruminal. Master Science dissertation, Universidade Federal de Santa Maria, Brazil.

Oliveira, L., Kozloski, G.V.; Chiesa, A.R., Härter, C.J., Lima, L.D.L., Júnior, R.L.C. 2007. Uso do nitrogênio fecal para estimar consumo por ruminantes: uma abordagem ensaios de digestibilidade com ovinos. XLIVth Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal, Brasil. SBZ Editions, Jaboticabal, Brasil. CD ROM.

Penning, P.D., 2004. Animal-based techniques for estimating herbage intake, in: Penning, P.D. (Ed.). *Herbage intake handbook, second ed.* British Grassland Society, Reading, pp.53-93.

- Peripolli, V., Prates, E.R., Barcellos, J.O.J., Braccini Neto, J., 2011. Fecal nitrogen to estimate intake and digestibility in grazing ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 163, 170–176.
- Ribeiro Filho, H.M.N., Delagarde, R., Peyraud, J.L., 2005. Herbage intake and milk yield of dairy cows grazing perennial ryegrass swards or white clover/perennial ryegrass swards at low- and medium-herbage allowances. *Anim. Feed Sci. Technol.* 119, 13–27.
- Rymer, C., 2000. The measurement of forage digestibility *in vivo*, in: Givens, D.I., Owen, E., Axford, R.F.E., Omed, H.M. (Eds.) *Forage evaluation in ruminant nutrition*. CABI, Wallingford, pp.113-144.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., 1985. *Analysis of forages and fibrous foods - a laboratory manual for animal science*. Cornell University Press, Ithaca, USA.
- Wang, C.J., Tas, B.M., Glindemann, T., Rave, G., Schmidt, L., Weibbach, F., Susenbeth, A., 2009. Fecal Crude Protein content as estimate for the digestibility of forage in grazing sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 149, 199-208.

4.0 CAPÍTULO IV¹

¹ Artigo elaborado conforme as Normas da Revista Animal Feed Science and Technology (Apêndice 1).

**Consumo, digestibilidade, excreção de nitrogênio e desempenho de ovinos
pastejando azevém anual sob níveis de oferta de forragem**

Resumo – Este ensaio foi conduzido com o objetivo de testar o efeito de níveis de oferta de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) para ovinos, avaliando o desempenho, consumo e excreção de nitrogênio. Os tratamentos aplicados foram três intensidades de pastejo (alta, moderada e baixa), definidas por oferta de forragem que representassem 1,25, 2,5 ou 5,0 vezes o potencial de consumo, em método de pastoreio contínuo. Fez-se medidas da pastagem (massa de forragem, altura, componentes morfológicos), ganho médio de peso, consumo, digestibilidade e excreção de nitrogênio. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições, sendo avaliados em três períodos experimentais ao longo do ciclo da pastagem. A estrutura e a composição morfológica da pastagem de azevém anual são afetadas de maneiras distintas por diferentes pressões de pastejo com ovinos. Essas modificações são variáveis em função do ciclo fenológico da pastagem. Tais modificações interferem no ganho de peso, onde ofertas acima de 3,10 vezes o potencial de consumo são recomendadas. O consumo e a digestibilidade são afetados de formas diferentes nos estádios de maturidade avaliados, em decorrência principalmente da participação de folhas na planta, sem afetar, no entanto, a excreção de nitrogênio. O consumo e a digestibilidade puderam explicar, em parte, os desempenhos de ovinos em pastagem de azevém anual.

Palavras-chave: composição morfológica, consumo de matéria orgânica digestível, ganho médio diário, *Lolium multiflorum* Lam.

Intake, digestibility, nitrogen excretion and performance of sheep grazing Italian Ryegrass with levels of forage allowance

Abstract – The trial was conducted to verify the effect of allowance levels of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) on sheep, evaluating the performance, intake and nitrogen excretion. Three grazing intensities (high, moderate and low) were used as defined by forage allowance that would represent 1.25, 2.5 or 5.0 times the potential intake in continuous grazing. Measurements of the pasture (herbage mass, sward height, morphological components) were carried out as well as weight gain daily, intake, digestibility and nitrogen excretion. The experimental design was a randomized block with three replications, with three experimental periods during the pasture cycle. The structure and morphological composition of Italian Ryegrass were affected in different ways by different grazing pressures of sheep. These modifications varied depending on the phenological stage of the pasture. These changes interfere with weight gain, where allowances up to 3.10 times the potential intake are recommended. Intake and digestibility were affected in different ways by maturity stages evaluated, mainly due to the participation of leaves, without affecting, the excretion of nitrogen. The intake and digestibility could explain in part the performance of sheep grazing annual ryegrass.

Key words: leaves, *Lolium multiflorum* Lam., morphological composition, organic matter digestible intake, weight gain daily

4.1 **Introdução**

A produção animal no Brasil é caracterizada pelo grande uso de sistemas de

criação baseados no uso de pastagem, onde os índices produtivos estão fortemente influenciados pelos fatores climáticos. Particularmente na região de clima subtropical brasileira, as baixas temperaturas no inverno acabam reduzindo as taxas de crescimento de forrageiras tropicais, e até mesmo das plantas forrageiras nativas da região. Como alternativa para contornar a deficiência em quantidade e qualidade de pasto na estação fria, o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) é responsável pela maior área cultivada no Rio Grande do Sul, especialmente por ter um grande potencial produtivo e ser adaptado às condições ambientais do sul do país.

É de corrente conhecimento que o manejo da pastagem ao longo do seu ciclo exerce influência sobre o desempenho animal e na otimização do aproveitamento do pasto (Nabinger, 1997). Para Carvalho et al. (2000), a oferta de forragem é um parâmetro central no manejo alimentar de qualquer animal em pastejo, e indica a oportunidade de ingestão de forragem de um indivíduo, sendo o principal determinante do desempenho produtivo e do sucesso da exploração. Em pastagens anuais, como o azevém anual, cortes intensos promovidos pelo excesso de carga animal diminuem o potencial fotossintetizante das plantas, acarretando em expressiva redução na produção de matéria seca e semente (Medeiros & Nabinger, 2001).

Ensaio realizados com azevém anual no sul do Brasil tem sido executados com vistas a esclarecer os efeitos da forma de manejo do azevém na produtividade animal (Silveira, 2001; Barbosa et al., 2007), características da carcaça (Carvalho et al. 2006), no fluxo de biomassa da planta (Pontes et al., 2004; Cauduro et al., 2007), mas também, de forma mais global na produtividade de grãos na cultura subsequente no verão, e na produtividade total do sistema (Freitas, 2008). No entanto, ainda são escassos ensaios que estudem a ingestão de alimento pelos animais, e a utilização dos nutrientes

ingeridos nesses sistemas produtivos, influenciados pelas distintas formas de manejo e pelas variações impostas pelo ciclo evolutivo da pastagem.

No que diz respeito à ciclagem de nutrientes (nitrogênio, principalmente) no sistema como um todo, é importante saber as quantidades ingeridas e posteriormente excretadas pelo animal, e de que forma o manejo da pastagem vai influenciar na eficiência da utilização desses nutrientes. Para isso, se faz necessário fazer medidas acuradas de consumo, digestibilidade e excreção urinária de modo que possam ser utilizadas no entendimento do sistema, e até mesmo usadas em modelos nutricionais mais atuais (Cannas et al., 2004; NRC, 2007) que incluem cálculos de excreção de nutrientes como forma de avaliação das dietas.

A hipótese do presente trabalho é de que o nível de oferta de azevém anual e o seu estágio de maturidade afetam o consumo dos nutrientes, suas disponibilidades e eficiências de utilização, tendo reflexos no desempenho animal. Baseado nessa hipótese, se avaliou o efeito de níveis de oferta de azevém anual no desempenho, consumo e excreção de nitrogênio de ovinos.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA – UFRGS), localizada a 30° 05' 22" de latitude sul e 51° 39' 08" de longitude oeste, compreendendo a região fisiográfica da Depressão Central e solo classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico (Embrapa, 1999). O clima da região é considerado subtropical úmido, de acordo com a classificação de Köppen (Moreno, 1961). A pastagem utilizada foi composta por azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) oriunda de ressemeadura anual, em área

destinada à cultura de soja e milho no verão. A adubação foi de 300 kg/ha de adubo de fórmula 5-20-20. Em cobertura, foram aplicados 90 kg/ha de nitrogênio (N), na forma de uréia, em uma aplicação em outubro. O período experimental totalizou 68 dias de utilização da pastagem, sendo dividido em três períodos: Período 1 (Vegetativo) – ciclo de 22 dias de duração; Período 2 (Pré-florescimento) – ciclo de 24 dias de duração; Período 3 (Florescimento) – ciclo de 22 dias de duração.

Os tratamentos utilizados foram definidas por ofertas de forragem que representassem 1,25 (baixa), 2,5 (moderada) e 5,0 (alta) vezes o potencial de consumo dos animais desta categoria, que segundo o NRC (1984) é de 4% do peso vivo (PV) em método de pastoreio contínuo com lotação variável, empregando-se a técnica do uso de animais reguladores (Mott & Lucas, 1952) para o ajuste da carga animal à oferta de forragem.

As unidades experimentais foram constituídas por 9 piquetes com área variando de 0,2 a 0,41 ha, perfazendo um total de 2,53 ha de área experimental. Foi utilizada uma área adicional de 1,6 ha, também com azevém, para manter os animais reguladores em períodos em que estes não eram utilizados nas unidades experimentais. Foram utilizados 27 ovinos machos e inteiros, da raça Texel provenientes da empresa Cerro Coroado. Os animais foram separados em três grupos, sendo agrupados pelo peso, sendo este um critério de bloqueamento. Os pesos médios iniciais foram os seguintes: 39,17±1,6 kg (pequenos, 12 meses de idade), 48,12±6,7 kg (médios, 18 meses de idade) e 61,6±2,0 kg (grandes, 24 meses de idade). Foram utilizados três animais teste por unidade experimental.

A altura do pasto foi medida como sendo a distância entre o solo e a lâmina foliar mais elevada na superfície do pasto, em 30 pontos por unidade experimental,

usando-se um bastão graduado (*sward stick*) com medição em centímetros (Barthram, 1985). A massa de forragem (MF) foi estimada no início e no final de cada período, sendo tomadas quatro amostras aleatórias por unidade experimental, e cortadas ao nível do solo com tesoura de esquila utilizando um quadrado de 0,25 m². Posteriormente as amostras eram levadas a estufa com circulação de ar forçado, à temperatura de 60°C por 72 horas, quando foram então pesadas para a determinação da massa de forragem em kg/ha de MS. Após a pesagem para a determinação da MF, retirou-se 50% de cada amostra e realizou-se a separação morfológica do azevém (folha, colmo, inflorescência e material morto) para determinar-se a participação de cada estrutura na pastagem.

Para avaliação qualitativa da pastagem foi utilizada a técnica de simulação de pastejo (Johnson, 1978), e a forragem coletada nos períodos 2 e 3. Os dados referentes à composição química da forragem através da simulação de pastejo são apresentados na Tabela 1. Para a determinação dos componentes qualitativos da pastagem foram utilizadas as seguintes metodologias: matéria seca (MS) em estufa a 105° C por 12 horas; matéria mineral (MM) por incineração a 550°C; proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl, sendo obtida através do nitrogênio total (NT) x 6,25; fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA) e fibra em detergente neutro segundo Van Soest & Robertson (1985), sendo posteriormente corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}). Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados conforme Licitra et al. (1996).

Tabela 1. Composição bromatológica de azevém anual obtido por simulação de pastejo

Parâmetros	Período 2	Período 3
Matéria seca (%)	19,27	19,66
Proteína bruta (% MS)	17,14	15,83
Matéria mineral (% MS)	9,07	6,74
FDNcp (% MS)	57,82	62,74
Fibra em detergente ácido (% MS)	33,77	36,33
Lignina em detergente ácido (% MS)	4,58	5,71
NIDN (% NT ²)	22,92	23,79
NIDA (% NT)	4,01	6,61

% MS = porcentagem da matéria seca; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; % NT = porcentagem do nitrogênio total.

A medição da taxa de acúmulo e forragem diária (TAD) foi realizada a cada ciclo de pastoreio utilizando-se três gaiolas de exclusão de pastejo por unidade experimental (Klingman et al., 1943), alocadas em pontos representativos da massa de forragem de cada piquete. Determinou-se a produção total de matéria seca, somando-se a massa de forragem inicial às produções de forragem obtidas a cada intervalo de avaliação (taxa de acúmulo multiplicada pelo n° de dias de cada período).

A oferta de forragem real (OFR) foi calculada usando a seguinte fórmula: $OFR = (MF/n + TAD) * 100/CA$

Onde: OFR= oferta de forragem real (%); MF= massa de forragem média de cada ciclo de pastejo (kg de MS/ha); n= número de dias do ciclo de pastoreio (dias); TAD= taxa de acúmulo da forragem diária (kg/ha/dia de MS); CA= carga animal média do período (kg de PV/ha).

Os animais foram pesados no início do experimento e posteriormente foram realizadas três pesagens ao longo do período experimental, com o período entre as pesagens estando de acordo com os dias de duração de cada período (22, 24 e 22 dias). Antes das pesagens foi realizado jejum de sólidos e líquidos de aproximadamente 12 horas. O ganho médio diário (GMD) foi obtido pela diferença entre os pesos final e

inicial dos animais-teste, dividida pelo número de dias do período experimental.

Nos períodos 2 (pré-florescimento) e 3 (florescimento) foram realizadas medidas de consumo, digestibilidade e de produção de urina nos animais teste. O consumo e a digestibilidade da matéria orgânica foram estimadas através das suas relações com o conteúdo de nitrogênio das fezes, conforme descrito Azevedo et al. (dados não publicados), utilizando as seguintes equações propostas pelo autor:

$$\text{CMO}_{\text{pf}} = 86,98 + 138,15\text{NF}; P < 0,0001; R^2 = 0,92$$

$$\text{CMO}_{\text{f}} = 146,24 + 107,60\text{NF}; P < 0,0001; R^2 = 0,81$$

$$\text{DMO} = 1,11581 - 23,4416/\text{PBf} - 0,000590151\text{FDAf}; P < 0,0001; R^2 = 0,83$$

Onde: CMO_{pf} : consumo de matéria orgânica (g/d) na fase de pré-florescimento; NF: nitrogênio fecal (g/d); CMO_{f} : consumo de matéria orgânica (g/d) na fase de florescimento; DMO: digestibilidade da matéria orgânica (g/kg); PBf: proteína bruta fecal; FDAf: fibra em detergente ácido fecal.

Para estas determinações, realizou-se coleta total de fezes por meio de bolsas. As coletas foram realizadas duas vezes por dia, por cinco dias consecutivos em cada um dos períodos. Após a coleta no campo, as fezes foram pesadas, retirada uma sub amostra de 20% do total, e seca em estufa à 60°C por 72 horas, para determinação da matéria pré-seca. Após a secagem, as amostras foram agrupadas por animal, moídas e encaminhadas para as análises laboratoriais. Fez-se a determinação de matéria seca, matéria orgânica, nitrogênio, FDN, FDA e LDA conforme metodologias descritas anteriormente.

Avaliou-se também a excreção de nitrogênio (g/dia) pela urina. Para essa medida, coletaram-se amostras de urina por meio de arreios dotados de fraldas, que

eram colocados na parte da manhã e retirados à tarde, por cinco dias consecutivos. Em cada fralda era colocado 1 ml de enrofloxacina 1%, para evitar o crescimento microbiano. Na parte da tarde retirava-se a fralda umedecida com urina, extraindo-se 20 ml de amostra, que era então diluída com ácido sulfúrico 0,036N em balão de 100 ml e posteriormente congelada. Ao término dos cinco dias de coleta, misturaram-se as cinco amostras de cada animal, e essa foi encaminhada para análise do teor de nitrogênio pelo método de Kjeldahl e de creatinina por meio de um kit enzimático (Labtest). O volume urinário estimado foi calculado multiplicando-se o peso vivo do animal pela excreção média de creatinina (mg/kg PV) por ovinos consumindo azevém anual (Azevedo et al., dados não publicados), dividida pela concentração de creatinina (mg/L) na amostra coletada por animal. A quantidade de nitrogênio excretado foi calculado utilizando o volume urinário estimado (litros/dia) e a concentração de nitrogênio da amostra.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com três repetições. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e regressão. Consideraram-se os efeitos de período, tratamento e interação período x tratamento, sendo a análise realizada como medidas repetidas no tempo. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro tipo I. Utilizou-se o procedimento Mixed do pacote estatístico SAS versão 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). De forma complementar, foi realizada a regressão segmentada pelo modelo *Broken line* dos dados de GMD. Esse modelo é obtido pelo método dos mínimos quadrados e objetiva determinar o ponto de quebra, ou seja, o ponto que representa a menor soma dos quadrados. O modelo utilizado foi o de uma inclinação, utilizando o método de Gauss-Newton para o cálculo das iterações. Essas determinações foram realizadas por meio do *Proc NLIN* do SAS.

4.3 Resultados

As ofertas reais foram maiores ($P < 0,05$) no maior nível de oferta nos três períodos avaliados (Tabela 2), sendo que não diferiram estatisticamente entre o 1,25 e o 2,5 nos estádios vegetativo e pré-florescimento. As taxas de acúmulo só variaram no florescimento, apresentando maior valor na oferta baixa ($P < 0,05$) comparada com as demais. As massas de forragem não diferiram no estádio vegetativo, mas foram distintas ($P < 0,05$) nos demais.

Na avaliação dos componentes morfológicos da planta (Tabela 3) verificou-se que no estádio de pré-florescimento, os níveis de oferta de forragem influenciaram na participação de folhas e na quantidade de colmo e folhas disponíveis. A oferta alta de forragem propiciou maior ($P < 0,05$) participação de folhas e maior quantidade de folhas e colmos em relação à oferta baixa. No florescimento, os componentes estruturais que sofreram efeito das ofertas foram o colmo e a inflorescência, onde a maior oferta causou maior participação de inflorescência ($P < 0,05$) e maior quantidade de colmo e inflorescência na massa total.

Tabela 2. Oferta real e parâmetros da pastagem com ovinos em azevém anual submetidos a níveis de oferta (vezes o potencial de consumo)

Variáveis	1,25	2,5	5	Média	CV %
Estádio vegetativo					
Oferta real (vezes potencial consumo)	1,44b	2,84b	6,07a	3,45	60,58
Taxa de acúmulo (kg MS/ha/dia)	40,56	35,46	46,03	40,68	24,66
Altura (cm)	21,20b	26,35ab	30,35a	25,97	17,76
Massa de forragem (kg de MS/ha)	2117	2942	3135	2731	24,05
Estádio pré-florescimento					
Oferta real (vezes potencial consumo)	1,25b	2,21b	5,29a	2,91	68,44
Taxa de acúmulo (kg MS/ha/dia)	35,27	44,30	34,40	38,00	22,51
Altura (cm)	9,66b	15,66b	23,00a	16,11	38,56
Massa de forragem (kg de MS/ha)	1224b	2424ab	3321a	2323	42,54
Estádio florescimento					
Oferta real (vezes potencial consumo)	1,63c	3,65b	7,00a	4,09	58,15
Taxa de acúmulo (kg MS/ha/dia)	101,9a	66,86b	61,40b	76,72	29,34
Altura (cm)	8,77b	16,21a	19,08a	14,69	31,75
Massa de forragem (kg de MS/ha)	624b	2409a	3714a	2249	61,43

CV = coeficiente de variação.

Médias na mesma linha seguidas por letras, diferem pelo teste de Tukey à 5%.

Tabela 3. Composição morfológica de azevém anual submetido à níveis de oferta (vezes o potencial de consumo)

Variáveis	1,25	2,5	5	Média	CV %
Estádio pré-florescimento					
Folha (%)	7,9b	11,7ab	18,4a	12,74	41,44
Colmo (%)	52,8	57,8	51,7	54,05	13,58
Inflorescência (%)	1,75	1,60	1,20	1,51	42,80
Material morto (%)	37,6	28,8	28,6	31,68	27,77
Folha (kg)	99,6b	289,5ab	623,6a	337,5	77,68
Colmo (kg)	638,9b	1427,2ab	1721,0a	1265,7	46,63
Inflorescência (kg)	23,4	39,39	39,87	34,2	44,88
Material morto (kg)	462,8	658,7	937,3	686,2	39,32
Estádio florescimento					
Folha (%)	12,84	8,55	6,71	9,37	39,67
Colmo (%)	67,68	67,28	68,45	67,80	8,62
Inflorescência (%)	7,38b	14,71ab	18,92a	13,67	44,56
Material morto (%)	12,09	9,43	5,90	9,14	41,42
Folha (kg)	78,28	209,12	256,03	181,14	59,75
Colmo (kg)	424,2b	1606,9a	2535,4a	1522,19	61,51
Inflorescência (kg)	45,25c	361,23b	701,86a	369,44	81,93
Material morto (kg)	77,00	231,75	221,65	176,19	61,24

CV = coeficiente de variação

Médias na mesma linha seguidas por letras, diferem pelo teste de Tukey à 5%.

Com o incremento do nível de oferta real, a participação das folhas no perfil da pastagem aumentou linearmente (Figura 1).

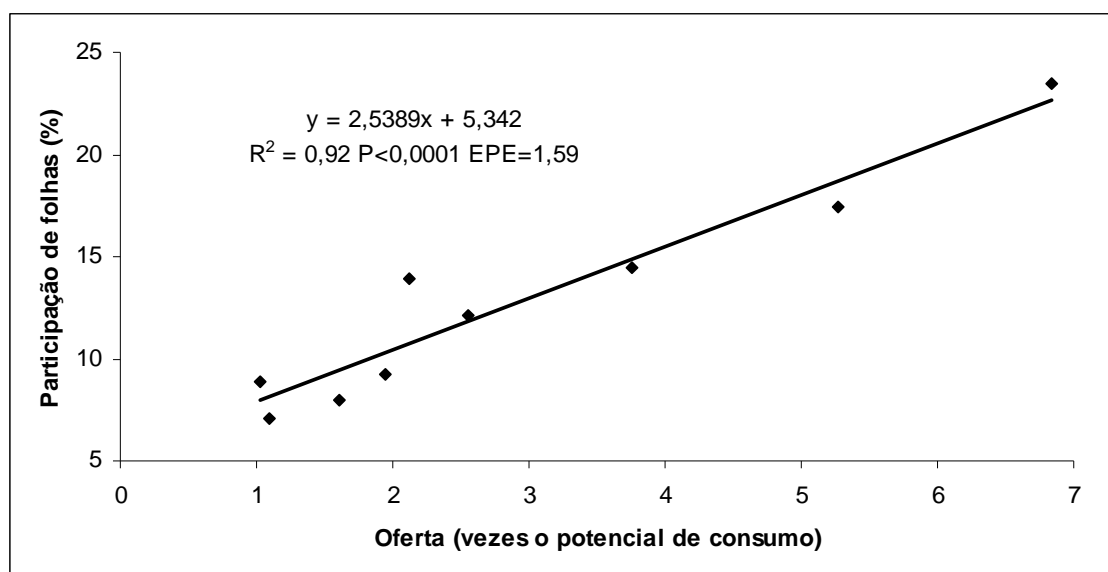


Figura 1. Relação entre a oferta e a participação de folhas em pastagem de azevém anual sob níveis de oferta de forragem no período de pré-florescimento.

Com base na regressão entre a oferta e o ganho médio diário durante todo o período experimental (Figura 2) pode-se verificar que a oferta onde se consegue o desempenho animal máximo é em torno de 5 vezes o potencial de consumo, considerando o modelo quadrático. No entanto, pelo método de regressão segmentada (*broken line*) verifica-se que o ganho de peso não difere ($P < 0,05$) a partir da oferta de 3,10 vezes.

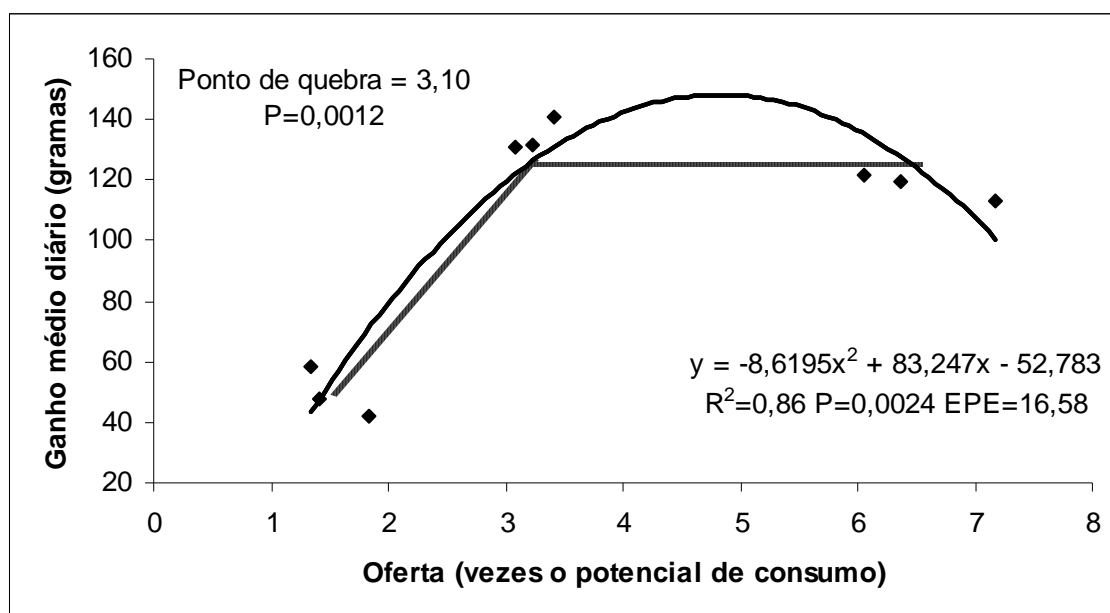


Figura 2. Relação entre a oferta e o ganho médio diário de ovinos em pastagem de azevém anual, durante todo o período experimental.

As ingestões diárias de matéria seca, matéria orgânica e de matéria orgânica digestível não diferiram ($P > 0,10$) em função da oferta. No florescimento, a digestibilidade foi maior ($P < 0,05$) na oferta baixa, em relação aos demais. As excreções de nitrogênio pela urina e pelas fezes, bem como a excreção total, não diferiram entre os níveis de oferta ($P > 0,05$), independente do estágio fenológico (Tabela 4).

Tabela 4. Consumo, digestibilidade e excreção de nitrogênio por ovinos em pastagem de azevém anual submetidos a níveis de oferta (vezes o potencial de consumo)

Variáveis	1,25	2,5	5	Média	CV %
Estádio pré-florescimento					
CMS (% PV)	1,76	1,87	2,41	2,01	21,90
CMO (g/UTM)	41,3	44,5	56,6	47,5	20,39
CMOD (g/UTM)	33,0	35,8	46,3	38,4	20,92
DMO (%)	80,3	80,8	81,6	80,9	1,31
N urinário (g/dia)	5,76	8,97	8,01	7,58	28,11
N fezes (g/dia)	4,87	5,80	7,35	6,01	26,14
N total excretado (g/dia)	10,63	14,77	15,60	13,67	21,82
Estádio florescimento					
CMS (% PV)	2,36	1,90	1,68	1,98	22,46
CMO (g/UTM)	54,0	47,5	42,6	48,0	16,88
CMOD (g/UTM)	41,4	34,5	29,7	35,2	20,53
DMO (%)	76,4a	72,2b	69,9b	72,9	4,21
N urinário (g/dia)	8,71	8,01	8,71	8,47	13,65
N fezes (g/dia)	7,62	7,33	6,71	7,22	10,84
N total excretado (g/dia)	16,33	15,34	15,42	15,70	8,05

CMS = consumo de matéria seca; CMO = consumo de matéria orgânica; UTM = unidade de tamanho metabólico; CMOD = consumo de matéria orgânica digestível; DMO = digestibilidade da matéria orgânica; N = nitrogênio; CV = coeficiente de variação.

Médias na mesma linha seguidas por letras, diferem pelo teste de Tukey à 5%.

Apesar da comparação de médias não apresentar diferenças no consumo, a regressão entre a oferta de forragem e o consumo de matéria orgânica digestível no período de pré-florescimento (Figura 3) foi linear positiva ($P < 0,05$).

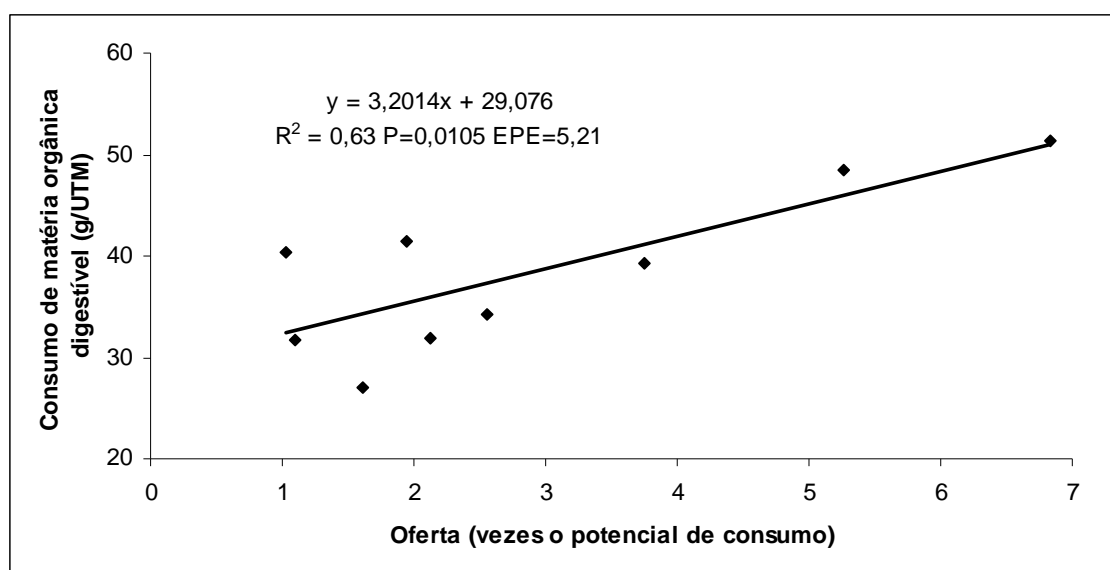


Figura 3. Relação entre a oferta e o consumo de matéria orgânica digestível por ovinos em pastagem de azevém anual sob níveis de oferta de forragem no período de pré-florescimento.

4.4 Discussão

O primeiro período avaliado (vegetativo) se refere à fase inicial dos animais nos tratamentos, dessa maneira, algumas variáveis podem estar influenciadas pelos primeiros dias do ensaio, onde a estrutura da pastagem ainda não foi moldada. Isso é verificado na semelhança estatística entre os dados de massa de forragem.

No período de florescimento, a taxa de acúmulo foi superior ($P < 0,05$) na oferta baixa em relação as demais (101,9 g MS/dia), provavelmente pelo menor alongamento do colmo nesse tratamento, contribuindo para o maior acúmulo de folhas ao final do ciclo, ou simplesmente pelo menor número de plantas que possam ter atingido o florescimento. Por outro lado, a taxa média de acúmulo no estágio de florescimento foi superior àquelas verificadas no vegetativo e pré-florescimento. Semelhante ao encontrado no presente experimento, Frizzo et al. (2003) observaram a maior taxa de acúmulo de MS, em aveia e azevém, no período de outubro à novembro, e atribuíram esse resultado ao fato que no final do ciclo da pastagem houve maior % de MS da

massa de forragem e grande participação de colmo e material senescente. Os valores encontrados na taxa de acúmulo no florescimento podem ser explicados pela aplicação de uréia na área experimental ao final do período de pré-florescimento.

O ganho de peso dos animais em todo o período experimental mostra claramente a relação quadrática entre a oferta e o desempenho de animais em pastejo em concordância com o observado por outros autores, onde com oferta baixa o desempenho é limitado pela deficiência quantitativa de alimento, ao passo que em ofertas muito altas, a limitação da ingestão fica por conta da barreira física imposta por constituintes menos digestíveis (colmo e material morto). Rattray et al. (1987), Maraschin & Jaques (1993) e Mott (1960) observaram uma função curvilínea entre o ganho médio diário e a oferta de forragem. Conduzindo um ensaio com azevém anual, Silveira (2001) verificou que a manutenção das pastagens em altura baixa (5 cm) constituiu um sério entrave no desempenho dos cordeiros manejados nestas pastagens pela restrição alimentar. No entanto, com alturas extremas (20 cm) o desempenho foi reduzido pela dificuldade de apreensão de material de boa qualidade (folhas), e pelo incremento da relação colmo:folha.

A resposta quadrática pode ser discutida ao se avaliar a curva em duas partes: partindo-se de uma oferta de forragem baixa e elevando até níveis moderados, verificam-se incrementos nos ganhos de peso dos animais. Em função dessa maior oferta, e conseqüente seletividade, o comportamento ingestivo é modificado, reduzindo o tempo de pastejo, à medida que se aumenta a oferta até um certo ponto, pois aumenta a quantidade de folhas verdes, o componente da planta mais consumido pelos animais (Poppi et al., 1987), facilitando a sua colheita, pela sua maior disponibilidade e mais fácil acesso. Ou seja, há benefícios ao animal potencializando o consumo de matéria

seca e a qualidade do que é colhido. A partir de um certo ponto de oferta, ocorre um maior acúmulo de componentes menos consumidos (colmo e material senescente, principalmente no florescimento, conforme verificado no período 3). De acordo com Hodgson (1990), o desempenho animal é maximizado quando a oferta de forragem gira em torno de 3 a 4 vezes o potencial de consumo do animal. Pelo método da regressão segmentada (*broken line*), verificou-se que o ponto a partir de quando não há mais efeito da oferta no ganho de peso, foi com a oferta 3,1 vezes o potencial de consumo, estando de acordo com a literatura citada.

As diferenças na estrutura da pastagem oferecida aos animais não influenciaram os parâmetros de consumo (Tabela 4). Se por um lado, o consumo foi prejudicado no tratamento 5 pela dificuldade de apreensão de materiais preferidos pelo animal, no tratamento 1,25 os limitantes foram a altura e a massa de forragem, que apresentaram resultados menores ($P < 0,05$) em comparação ao tratamento com alta oferta de pasto. Essa variação na estrutura da pastagem justifica a falta de efeito das ofertas no ganho de peso no florescimento. Os resultados encontrados corroboram com Fanchone et al. (2010), que avaliando duas ofertas de capim pangola para ovinos, não verificaram efeito no consumo de matéria orgânica e matéria orgânica digestível.

Outro ponto a se destacar é a redução na DMO no último período de avaliação (florescimento) em comparação ao período intermediário (pré-florescimento), com o valor médio reduzido de 80,9 para 72,9%. O estágio de maturidade da planta afeta a qualidade da dieta e o consumo voluntário de alimento, por consequência, modificações na cinética digestiva são causadas pelas modificações químicas e estruturais verificadas ao longo do ciclo da planta (Cherney et al., 1991). Em ensaio avaliando azevém perene, Chaves et al. (2002) verificaram declínio na qualidade da pastagem, pela redução do

teor de proteína bruta (de 22,5 para 7,2 %) associado ao aumento da porcentagem de FDN (42,1 para 56,3 %) e de lignina (2,49 para 3,07 %). A consequência do aumento na maturidade da planta foi a redução nas taxas de degradação da matéria seca. Além disso, a redução da digestibilidade pode estar ligada a biomassa de colmos e inflorescência no estrato pastejado.

A quantidade de nitrogênio excretado não foi influenciada pelos tratamentos impostos, independente da oferta adotada e do estágio de maturidade da pastagem. Existe uma relação linear entre o consumo e a excreção de nitrogênio por ovinos consumindo azevém anual, conforme descrito no capítulo II. Considerando não ter havido diferenças nos consumos de matéria seca e matéria orgânica ($P > 0,05$), é plausível que não se verifique alterações nas excreções de nitrogênio, mesmo que o consumo de MOD tenha aumentado linearmente com a oferta.

4.5 Conclusões

A estrutura e a composição morfológica da pastagem de azevém anual são afetadas de maneiras distintas por diferentes ofertas de forragem com ovinos, de forma que há uma resposta linear na participação de folhas à medida que a oferta de forragem é aumentada no estágio de pré-florescimento. Tais modificações interferem no ganho de peso, onde ofertas em torno de 3,1 vezes o potencial de consumo são recomendadas.

O consumo e a digestibilidade são afetados de formas diferentes nos estágios de maturidade avaliados, em decorrência principalmente da participação de folhas na planta, sem afetar, no entanto, a excreção de nitrogênio. O consumo de matéria orgânica digestível apresentou resposta linear em função da oferta, na fase de pré-florescimento.

4.6 Literatura citada

Barbosa, C.M.P., Carvalho, P.C.F., Cauduro, G.F., Lunardi, R., Kunrath, T.R., Gianluppi, G.D.F., 2007. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. *Rev. Bras. Zootec.* 36, 1953-1960.

Barthram, G.T. 1985. Experimental techniques: the HFRO sward stick, in: *The Hill Farming Research Organization/Biennial Report*. HFRO, Penicuik, pp.29-30.

Cannas, A., Tedeschi, L.O., Fox, D.G., Pell, A.N., Van Soest, P.J., 2004. A mechanistic model to predict nutrient requirements and feed biological values for sheep in each unique production situation. *J. Anim. Sci.* 82, 149-169.

Carvalho, P.C.F., Oliveira, J.O.R., Pontes, L.S., Silveira, E.O., Poli, C.H.E.C., Rübensam, J.M., Santos, R.J., 2006. Características de carcaça de cordeiros em pastagem de azevém manejada em diferentes alturas. *Pesq. agropec. bras.* 41, 1193-1198.

Carvalho, P.C.F., Poli, C.H.E.C., Pereira Neto, O.A., 2000. Manejo de pastagens para ovinos: uma abordagem contemporânea de um antigo desafio. IXth Simpósio Paranaense de Ovinocultura, Ponta Grossa, Brazil. UEPG, Ponta Grossa, Brazil. CD ROM.

Cauduro, G.F., Carvalho, P.C.F., Barbosa, C.M.P., Lunardi, R., Nabinger, C., Santos, D.T., Velleda, G.L., 2007. Fluxo de biomassa aérea em azevém anual manejado sob duas intensidades e dois métodos de pastejo. *Rev. Bras. Zootec.* 36, 282-290.

Chaves, A.V., Waghorn, G.C., Brookes I.M., Hedderley D., 2002. Digestion kinetics of ryegrass. LXIIth Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, Palmerston North, New Zealand. NZSAP, Palmerston North, pp.157-162.

Cherney, D.J.R., Mertens, D.R., Moore, J.E., 1991. Fluid and particulate retention times in sheep as influenced by intake level and forage morphological composition. *J. Anim. Sci.* 69, 413-422.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 1999. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa, Brasília, Brazil.

Fanchone, A., Archimede, H., Baumont, R., Boval, M., 2010. Intake and digestibility of fresh grass fed to sheep indoors or at pasture, at two herbage allowances. *Anim. Feed Sci. Technol.* 157, 151-158.

Freitas, F.K., 2008. Produção ovina em pastagem de azevém manejada sob intensidades e métodos de pastejo em integração lavoura-pecuária. PhD. Thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.

Frizzo, A., Rocha, M.G., Restle, J., Freitas, M.R., Biscaíno, G., Pilau, A., 2003.

Produção de forragem e retorno econômico da pastagem de aveia e azevém sob pastejo com bezerras de corte submetidas a níveis de suplementação energética. *Rev. Bras. Zootec.* 32, 632-642.

Hodgson, J., 1990. *Grazing Management: Science into Practice*. John Wiley & Sons, New York, USA.

Johnson, A.D., 1978. Sample preparation and chemical analysis of vegetation, in: Manejte, L.T. (Ed.). *Measurement of grassland vegetation and animal production*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Aberystwyth, pp.96-102.

Klingman, D.L., Miles, S.R., Mott, G.O., 1943. The cage method for determine consumption and yield of pasture herbage. *J. Am. Soc. Agron.*, 35, 739-746.

Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57, 347-358.

Maraschin, G.E., Jacques, A.V.A., 1993. Grassland opportunities in the subtropical region of South America, in: Baker, M.J. (Ed.) *Grassland for our world*. SIR Publishing, Wellington, pp.748-752.

Medeiros, R.B., Nabinger, C., 2001. Rendimento de sementes e forragem de azevém-anual em resposta a doses de nitrogênio e regimes de corte. *Rev. bras. Sementes.* 23, 245-254.

Moreno, J.A., 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre, Brazil.

Mott, G.O., 1960. Grazing pressure and measurement of pasture production, in: VIIIth International Grassland Congress, Reading, UK. Oxford, Reading, p.606-611.

Mott, G.O., Lucas, H.L., 1952. The design, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures, in: International Grassland Congress, Pennsylvania. Pennsylvania State College, Pennsylvania, USA. p.1380-1385.

Nabinger, C., 1997. Princípios da exploração intensiva de pastagens, in: XIIIth Simpósio sobre manejo da pastagem, Piracicaba, Brazil. FEALQ, Piracicaba, Brazil. p.15-95.

National Research Council (NRC), 2007. *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. National Academic Press, Washington, DC, USA.

Pontes, L.S., Carvalho, P.C.F., Nabinger, C., Soares, A.B., 2004. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. *Rev. Bras. Zootec.* 33, 529-537.

Poppi, D.P., Hughes, T.P., L'Huillier, P.J. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants,

in: Nicol, A.M. (Ed.) Feeding livestock on pasture. New Zealand Society of Animal Production, Hamilton, pp.55-63.

Rattray, P.V., Thompson, K.F., Hawker, H., Sumner, R.M.W., 1987. Pastures for sheep production, in: Nicol, A.M. (Ed.) Feeding livestock on pasture. New Zealand Society of Animal Production, Hamilton, pp.89-104.

Silveira, E.O., 2001. Comportamento ingestivo e produção de cordeiros em pastagem de azevém anual manejada em diferentes alturas. Master Science Dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., 1985. Analysis of forages and fibrous foods - a laboratory manual for animal science. Cornell University Press, Ithaca, USA.

5.0 CAPÍTULO V

Considerações finais

Ao concluir a tese pode-se afirmar que grande parte das perguntas que permearam a as hipóteses e objetivos dos experimentos propostos, puderam ser respondidas com os resultados obtidos. No entanto, à medida que se estuda mais aprofundadamente algum assunto, além das perguntas que ficaram sem respostas, surgem outras, que motivam a continuidade dos trabalhos na linha de pesquisa proposta.

No capítulo II, estudando-se as interações entre os níveis de oferta de azevém anual nos diferentes estádios de maturidade da planta, pode-se verificar que os eventos que ocorrem ao longo do trato gastrointestinal são fortemente influenciados pelos efeitos testados. Ao comparar os dados do artigo em questão com a literatura revisada, em algumas situações se verifica resultados conflitantes, reforçando a idéia de que se deve ter um conhecimento mais aprofundado dentro das situações produtivas específicas.

No capítulo III comprovou-se a efetividade da utilização do nitrogênio fecal como marcador nutricional em estudos com ovinos alimentados com azevém anual. Uma vez que medições nutricionais em animais em pastejo (principalmente estimativas de consumo e digestibilidade) representam uma lacuna a ser melhor explorada nos mecanismos que regulam a produção de ruminantes, essa técnica ficou estabelecida para futuros ensaios exploratórios da utilização de azevém no sul do Brasil.

Os dados gerados no capítulo IV reforçam alguns resultados já encontrados na literatura a respeito do tema proposto, no que se refere aos

efeitos da oferta de forragem nas características da pastagem. No entanto, integrou-se esses resultados com as informações relacionados aos nutrientes ingeridos, bem como suas disponibilidades para o animal. De forma geral, a literatura não contempla trabalhos que tenham uma abordagem mais integrada dos aspectos que interferem na pastagem e no animal.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHRENS, D.C.; OLIVEIRA, J.C. Efeito do manejo do azevém anual (*Lolium Multiflorum* Lam.) na produção de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.19, n.1, p.41-47, 1997.

ALVIM, M.J.; MOZZER, O.L. Efeitos da época de plantio e da idade do azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) sobre a produção de forragem e teor de proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.13, n.14, p.535-541, 1984.

BARBOSA, C.M.P. et al. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6 supl., p.1953-1960, 2007.

BAUMONT, R. et al. Measurement of herbage intake and ingestive behaviour by housed animals. In: PENNING, P.D. **Herbage intake handbook**. 2.ed. Reading: British Grassland Society, 2004. p.121-149.

BERCHIELLI, T.T. et al. Aplicação de técnicas para estudos de ingestão, composição da dieta e digestibilidade. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.10, n.2, p.29-40, 2005.

BOSMAN, H.G. et al. Effect of amount offered on intake, digestibility and value of *gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* for West African Dwarf goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.15, p.247-256, 1995.

BOVAL, M. et al. Evaluation of faecal indicators to predict digestibility and voluntary intake of *Dichanthium spp.* by cattle. **Annales de Zootechnie**, Versailles, v.45, p.121-134, 1996.

BOVAL, M. et al. The ability of faecal nitrogen to predict digestibility for goats and sheep fed with tropical forage. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.140, p.443-450, 2003.

CANNAS, A. et al. A mechanistic model to predict nutrient requirements and feed biological values for sheep in each unique production situation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.82, p.149-169, 2004.

CANTO, M.W. et al. Produção de cordeiros em pastagem de azevém e trevo branco sob diferentes níveis de resíduos de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.2, p.309-316, 1999.

CARÁMBULA, M. **Producción y manejo de pasturas sembradas**. Montevideo: Hemisfério Sur, 1998. 464p.

CARVALHO, P.C.F. et al. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa,

v.36, p.151-170, 2007.

CARVALHO, P.C.F. et al. Características de carcaça de cordeiros em pastagem de azevém manejada em diferentes alturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.7, p.1193-1198, 2006.

CARVALHO, P.C.F. et al. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: GOTTSCHALL, C.S. et al (Eds). **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas: ULBRA, 2005. p.7-44.

CAUDURO, G.F. et al. Fluxo de biomassa aérea em azevém anual manejado sob duas intensidades e dois métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.2, p.282-290, 2007.

CHAVES, A.V. et al. Digestion kinetics of ryegrass. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, Hamilton, v.62, p.157-162, 2002.

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives** – An overview of the technical details. Bucksburn Aberdeen: Rowett Research Institute, 1995. 21p. (Occasional Publication).

CHERNEY, D.J.R. et al. Fluid and particulate retention times in sheep as influenced by intake level and forage morphological composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, p.413-422, 1991.

CHERNEY, D.J.R. et al. Intake and digestibility by wethers as influenced by forage morphology at three levels of forage offering. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.12, p.4345-4351, 1990.

CLARK, J.H. et al. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, p.2304-2323, 1992.

COATES, D.B.; PENNING, P. Measuring animal performance. In: MANNETJE, L.; JONES, R.M. (Eds.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford: CABI, 2000. p.353-402.

CSIRO. **Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants**. Collingwood: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 2007, 270 p.

DAMASCENO, J.C. et al. Consumo voluntário e balanço de nitrogênio recebendo palha de arroz amonizada em diferentes níveis de oferta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.4, p.1167-1173, 2000.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1992. 80p. (Circular Técnica, 73).

DOREAU, M.; DIAWARA, A. Effect of level of intake on digestion in cows: influence of animal genotype and nature of hay. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.81, p.35–45, 2003.

FANCHONE, A. et al. Comparison of fecal crude protein and fecal near-infrared reflectance spectroscopy to predict digestibility of fresh grass consumed by sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.87, p.236-243, 2009.

FANCHONE, A. et al. Intake and digestibility of fresh grass fed to sheep indoors or at pasture, at two herbage allowances. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.157, p.151-158, 2010.

FARINATTI, L.H.E. et al. Desempenho de ovinos recebendo suplementos ou mantidos exclusivamente em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.2, p.527-534, 2006.

FERNANDES-RIVERA, S. et al. Effect of food allowance on diet selectivity and intake of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) stove leaves by sheep. **Animal Production**, Penicuik, v.58, p.249-256, 1994.

FERREIRA, M.A. et al. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009.

FLARESSO, J.A.; ALMEIDA, E.X. Introdução e avaliação de forrageiras temperadas no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.2, p.309-319, 1992.

FLOSS, E.L. Manejo forrageiro de aveia (*Avena* sp) e azevém (*Lolium* sp). In: PEIXOTO, A.M. et al. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1988. p.231-268.

FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. 2nd Ed., Wallingford: CABI, 2007. 453p.

FREITAS, F.K. **Produção ovina em pastagem de azevém manejada sob intensidades e métodos de pastejo em integração lavoura-pecuária**. 2008. 183 f. Tese (Doutorado em Plantas Forrageiras) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

FRESCURA, R.B.M. et al. Sistemas de alimentação na produção de cordeiros para abate aos 28 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.4, p.1267-1277, 2005.

GALLUP, W.D.; BRIGGS, H.M. The apparent digestibility of prairie hay of variable protein content, with some observations of fecal excretion by steers in relation to their dry matter intake, **Journal of Animal Science**, Champaign, v.7,

p.110–118, 1948.

GERDES, L. et al. Composição química e digestibilidade da massa de forragem em pastagem irrigada de Capim Aruana exclusivo ou sobre-semeado com mistura de Aveia preta e Azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.4, p.1098-1108, 2005.

GIVENS, D.I. et al. (Eds) **Forage Evaluation in Ruminant Nutrition**. Wallingford: CABI, 2000. 480p.

GROVUM, W.L.; WILLIAMS, V.J. Rate of passage of digesta in sheep. 6. The effect of level of food intake on mathematical predictions of the kinetics of digesta in the reticulorumen and intestines. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.38, p.425-436, 1977.

HODGSON, J. **Grazing Management: Science into Practice**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 203p.

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

LANCASTER, R.J. Estimation of digestibility of grazed pasture from faeces nitrogen. **Nature**, London, v.163, p.330–331, 1949.

LANCASTER, R.J. The nutritive status of New Zealand pastures. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, Hamilton, v.7, p.125-127, 1947.

LEÃO, M.I. et al. Consumos e digestibilidades totais e parciais de carboidratos totais, fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coletas de digestas abomasal e omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, p.670-678, 2005.

LONG, R.J. et al. Digestibility, nutrient balance and urinary purine derivative in dry yak cows fed oat hay at different levels of intake. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.88, p.27–32, 2004.

LUKAS, M. et al. Relationship between fecal crude protein concentration and diet organic matter digestibility in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p.1332–1344, 2005.

LUNARDI, R. et al. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.795-801, 2008.

MARASCHIN, G.E.; JACQUES, A.V.A. Grassland opportunities in the

subtropical region of South America. In: BAKER, M.J. **Grassland for our world**. Wellington: SIR Publishing, p.748-752. 1993.

MEDEIROS, R.B.; NABINGER, C. Rendimento de sementes e forragem de azevém-anual em resposta a doses de nitrogênio e regimes de corte. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.2, p.245-254, 2001.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

MINSON, D.J. Nutritional differences between tropical and temperate pastures. In: MORLEY, F.H.W. (Ed.) **Grazing Animals**. Amsterdam: Elsevier. 1980. p.143-157.

MORAIS, J.A.S. et al. Digestão do feno de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* schum. Cv. Mott) sob diferentes níveis de consumo em ovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, p.482–487, 2007.

MOTT, G.O. Grazing pressure and measurement of pasture production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8., Reading, 1960. **Proceedings...** Oxford, 1960. p.606-611.

MUPANGWA, N.T. et al. Dry matter intake, apparent digestibility and excretion of purine derivatives in sheep fed tropical legume hay. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.36, p.261–268, 2000.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1997. p.213-251.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed.rev. Washington: National Academy of Sciences, 2001. 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**: sheep, goats, cervids, and new worlds camelids. Washington: National Academic Press, 2007. 384p.

OLIVEIRA, L. **Métodos em nutrição de ruminantes**: Estimativa do consumo através de índices fecais e estimativa de síntese microbiana ruminal. 2009. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Departamento de zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

OSPINA, H.; PRATES, E.R. Efeito de quatro níveis de feno sobre o consumo de nutrientes digestíveis por bezerras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, p.809-814, 1998.

OSPINA, H.; PRATES, E.R. Estimação da digestibilidade de forragens através

do nitrogênio fecal. In: REUNION DA ASSOCIACION LATINOAMERICANA DE PRODUCCION ANIMAL, 15., Montevideo, 2000. **Anais...** Montevideo, 2000. 1 CD ROM.

OSPINA, H. **Influencia do nível de consumo de feno sobre a digestibilidade, cinética digestiva e degradação ruminal em bovinos.** 1995. 248 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

PEDROSO, C.E.S. et al. Comportamento de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estádios fenológicos do azevém anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.5, p.1340-1344, 2004.

PENNING, P.D. Animal-based techniques for estimating herbage intake. In: PENNING, P.D. (Ed.). **Herbage intake handbook.** 2.ed. Reading: British Grassland Society, 2004. p.53-93.

PERIPOLLI, V. et al. Fecal nitrogen to estimate intake and digestibility in grazing ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.163, p.170-176, 2011.

PIAGGIO, L.M. et al. Avaliação de cinzas insolúveis em ácidos indigestíveis e lignina em detergente ácido indigestível como indicadores internos da digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.20, n.3, p.306-312, 1991.

PIAGGIO, L.M.; PRATES, E.R. Dry matter intake and liveweight gain related to sward characteristics and quality. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., Winnipeg e Saskatoon, 1997. **Proceedings...** Winnipeg e Saskatoon, 1997. p.13-14.

PONTES, L.S. et al. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.3, p.529-537, 2004.

PONTES, L.S. et al. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.4, p.814-820, 2003.

POPPI, D.P. et al. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A.M. (Ed.) **Feeding livestock on pasture.** Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 1987. p.55-63. (Occasional Publication, n.10).

POPPI, D.P. et al. Studies of sheep and cattle eating leaf and stem fractions of grasses. I. The voluntary intake, digestibility, and retention time in the reticulo-rumen. **Australian Journal of Agriculture Research**, Collingwood, v.32, p.99-108, 1981.

QUADROS, B.P. et al. Produção de forragem de cultivares de azevém (*Lolium multiflorum*) sob duas densidades de semeadura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. **Anais...** Santa Maria, 2003. 1 CD-ROM.

RATTRAY, P.V. et al. Pastures for sheep production. In: NICOL, A.M. (Ed.). **Livestock feeding on pasture**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 1987. p.89-104. (Occasional publication, 10).

RAYMOND, W.F. Evaluation of herbage for grazing. **Nature**, London, v.161, p.937-938, 1948.

RIBEIRO FIHO, H.M.N. et al. Herbage intake and milk yield of dairy cows grazing perennial ryegrass swards or white clover/perennial ryegrass swards at low and medium herbage allowances. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.119, p.13–27, 2005.

ROBERTSON, J.B., VAN SOEST, P.J. A note on digestibility in sheep as influenced by level of intake. **Animal Production**, Penicuik, v.21, p.89-92, 1975.

ROMAN, J. 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**, Viçosa, v.36, n.4, p.780-788, 2007.

ROSO, C. et al. Aveia preta, triticale e centeio em mistura com azevém: 1. Dinâmica, produção e qualidade de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.75-84, 2000.

RYMER, C. The measurement of forage digestibility *in vivo*. In: GIVENS, D.I. et al. **Forage evaluation in ruminant nutrition**. Wallingford: CABI, 2000. p.113-144.

SEBRAE; SENAR; FARSUL. **Diagnóstico integrado dos sistemas de produção da bovinocultura de corte do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS/IEPE, 2005. 265p. (Relatório de Pesquisa).

SILVEIRA, E.O. **Comportamento ingestivo e produção de cordeiros em pastagem de azevém anual manejada em diferentes alturas**. 2001. 151 f. Dissertação (Mestrado em Plantas Forrageiras) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

SINGH P. et al. Utilization of nutrients as influenced by different restriction levels of feed intake under sub-tropical conditions in crossbred calves. **Livestock Science**, Amsterdam, v.117, p.308–314, 2008.

STAPLES, C.R. et al. Effects of intake of a mixed diet by dairy steers on digestion events. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.67, p.995-1006, 1984.

TAMMINGA, S.; CHEN, X.B. Animal-based techniques for the estimation of protein value. In: GIVENS, D.I. et al. (Eds). **Forage evaluation in ruminant nutrition**. Wallingford: CABI, 2000. p.215-231.

TONETTO C.J. **Avaliação de genótipos de azevém diplóide e tetraplóide com manejos distintos de cortes visando duplo propósito**. 2009. 54 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

TONETTO, C.J. et al. Ganho de peso e características da carcaça de cordeiros terminados em pastagem natural suplementada, pastagem cultivada de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.225-233, 2004.

VALADARES FILHO, S.C. et al. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., João Pessoa, 2006. **Anais...** João Pessoa, 2006. p.291-322.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

WANG, C.J. et al. Fecal Crude Protein content as estimate for the digestibility of forage in grazing sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.149, p.199-208, 2009.

YAMAMOTO, K.; MARUYAMA, T. Effect of level of intake on digestibility and nitrogen balance of high protein hay by goat. **Journal of Japanese Society of Grassland Science**, Tokyo, v.26, n.3, p.330-336, 1980.

7.0 APÊNDICES

Apêndice 1. Normas da Revista Feed Science and Technology utilizadas na elaboração dos Capítulos II, III e IV



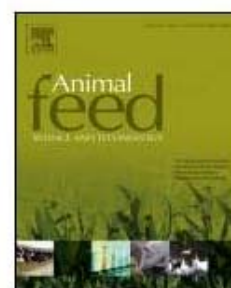
ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY

An International Scientific Journal Covering Research on Animal Nutrition, Feeding and Technology

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

•	Description	p.1
•	Audience	p.1
•	Impact Factor	p.1
•	Abstracting and Indexing	p.2
•	Editorial Board	p.2
•	Guide for Authors	p.4



ISSN: 0377-8401

DESCRIPTION

Animal Feed Science and Technology is a unique journal publishing scientific papers of international interest focusing on animal feeds and their feeding.

Papers describing research on feed for ruminants and non-ruminants, including poultry, horses, companion animals and aquatic animals, are welcome.

The journal covers the following areas:

Nutritive value of feeds (e.g., assessment, improvement) Methods of conserving and processing feeds that affect their nutritional value Agronomic and climatic factors influencing the nutritive value of feeds Utilization of feeds and the improvement of such Metabolic, production, reproduction and health responses, as well as potential environmental impacts, of diet inputs and feed technologies (e.g., feeds, feed additives, feed components, mycotoxins) Mathematical models relating directly to animal-feed interactions Analytical and experimental methods for feed evaluation Environmental impacts of feed technologies in animal production

The journal does not encourage papers with emphasis on animal products, molecular biology, genetics or management, or the regulatory or legal aspects of feeds as well as animal production studies with a focus on animal nutrition that do not have a direct link to a feed or feed technology.

AUDIENCE

Animal Scientists, Crop Scientists, Feed Manufacturers, Feed Additive Producers.

IMPACT FACTOR

2009: 1.866 © Thomson Reuters Journal Citation Reports 2010

ABSTRACTING AND INDEXING

Biological Abstracts
 Current Contents/Agriculture, Biology & Environmental Sciences
 Herbage Abstracts
 Index Veterinarius
 Nutrition Abstracts
 Scopus
 Veterinary Bulletin

EDITORIAL BOARD

Editors-in-Chief:

P.H. Robinson, Dairy & Nutrition, Department of Animal Science, University of California, Davis, CA 95616-8521, USA

P. Udén, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Management, Box 7024, S-750 07, Uppsala, Sweden

G.G. Mateos, Departamento de Produccion Animal, E.T.S.I. Agronomos, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, Spain

R. Blank, Institute of Animal Nutrition, Christian-Albrechts-University Kiel, D-24098 Kiel, Germany

Statistical Advisors:

J. Craigon, Nottingham UK

J.G. Fadel, Davis, CA, USA

M.A. Ibáñez, Madrid, Spain

Book Review Editor:

G. Flachowsky, Braunschweig, Germany

Senior Editorial Advisory Board:

D. Colombatto, Buenos Aires, Argentina

J.W. Cone, Wageningen, The Netherlands

M. Fondevilla, Zaragoza, Spain

V. Ravindran, Palmerston North, New Zealand

M. Spanghero, Udine, Italy

K.-H. Südekum, Bonn, Germany

B. Svihus, Ås, Norway

R.T. Zijlstra, Edmonton, AB, Canada

Editorial Advisory Board:

J.F. Aguilera, Granada, Spain

A. Bach, Barcelona, Spain

M.A. Bamikole, Benin City, Nigeria

H. Ben Salem, Ariana, Tunisia

G. Broderick, Madison, WI, USA

A.R. Cabrita, Vairão, VC, Portugal

S. Calsamiglia, Barcelona, Spain

R. Campbell, Willaston, SA, Australia

R. Carabaño, Madrid, Spain

P. Chilubroste, Paysandu, Uruguay

C. de Blas, Madrid, Spain

J. De Boever, Melle, Belgium

R. Dixon, Rockhampton, Australia

E. Evans, Ontario, Canada

L. Fiems, Melle, Belgium

J. Garcia, Madrid, Spain

F. Grosjean, Le Plesis Pâé, France

P.C. Hoffman, Marshfield, WI, USA

S.S.O. Hung, Davis, CA, USA

K.F. Kalscheur, Brookings, SD, USA

K.M. Koenig, Alberta, Canada

J. Kowalczyk, Jablonna, Poland

U. Krishnamoorthy, Bangalore, India

M.D. Lindemann, Lexington, KY, USA

C.J. Lopez-Bote, Madrid, Spain

J. Miron, Bet-Dagan, Israel
V. Mlambo, St Augustine, Trinidad & Tobago
B. Mullan, South Perth, Western Australia
P. O'Kiely, Dunsany, Co. Meath, Ireland
F.N. Owens, Johnston, IA, USA
D.L. Palmquist, Wooster, OH, USA
H. Petit, Sherbrooke, QC, Canada
M. Rinne, Jokioinen, Finland
H.S. Rostagno, Viçosa, Brazil
C. Rymer, Reading, UK
K. Swanson, Urbana, IL, USA
H. Volden, Ås, Norway

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

Types of paper

1. Original Research Papers (Regular Papers)
2. Review Articles
3. Short Communications
4. Book Reviews

Original Research Papers should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

Review Articles should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest.

A *Short Communication* is a concise but complete description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications should be as completely documented, both by reference to the literature and description of the experimental procedures employed, as a regular paper. They should not occupy more than six printed pages (about 12 manuscript pages, including figures, tables and references).

Book Reviews will be included in the journal on a range of relevant books which are not more than two years old. Book reviews will be solicited by the Book Review Editor. Unsolicited reviews will not usually be accepted, but suggestions for appropriate books for review may be sent to the Book Review Editor:

Professor G. Flachowsky
Federal Research Centre of Agriculture
Institute of Animal Nutrition
Bundesallee 50
D-38116 Braunschweig
Germany

Manuscripts describing the use of commercial feed products are welcome, but should include the following information: major components, contents of active ingredients (for example enzyme activities). Independent verification, as opposed to a manufacturers guarantee, is always desirable and often avoids difficulties in the review process, especially where there are no, or few, treatment impacts. The Editors reserve the right to reject any manuscript employing such products, wherein this information is not disclosed.

Submissions concerning feedstuff composition are welcome when published and/or accepted analytical procedures have been employed. However, unusual feedstuffs and/or a wide range of data are pre-requisites.

Submissions concerning NIRS may be suitable when more accurate, precise or robust equations are presented. Mathematical, technical and statistical advancement, may constitute the foundation for acceptance. For more details see the editorial in Vol. 118/3-4.

Contact details for submission

Authors should send queries concerning the submission process or journal procedures to AuthorSupport@elsevier.com. Authors can determine the status of their manuscript within the review procedure using Elsevier Editorial System.

Page charges

This journal has no page charges.

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in Publishing

For information on Ethics in Publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/ethicalguidelines>.

Policy and ethics

The work described in your article must have been carried out in accordance with *The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans* <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>; *EU Directive 2010/63/EU for animal experiments* http://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/legislation_en.htm; *Uniform Requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals* <http://www.icmje.org>. This must be stated at an appropriate point in the article.

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>.

Submission declaration

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere including electronically in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the copyright-holder.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

After the accepted manuscript is published in an online issue: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright see <http://www.elsevier.com/copyright>). Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

Retained author rights

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights; for details you are referred to: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the paper for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Please see <http://www.elsevier.com/funding>.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Language and language services

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://webshop.elsevier.com/languageediting> or our customer support site at <http://support.elsevier.com> for more information.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

Poorly written and/or presented manuscripts (relative to the journal's guidelines) may be returned to authors for upgrading by the editorial office, prior to a review for scientific merit.

Before preparing their manuscript, it is suggested that authors examine the editorial by the Editors-in-Chief in Vol. 134/3-4, which outlines several practices and strategies of manuscript preparation that the Editors-in-Chief have found to be successful. This editorial also outlines practices that can lead to difficulties with reviewers and/or rejection of the manuscript for publication. There is also an example of an Animal Feed Science and Technology manuscript available on the journal website at <http://www.elsevier.com/locate/anifeedsci>.

Submit your article

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/anifee/>

Referees

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of 3 potential referees. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

PREPARATION

Use past tense for current findings, and the present tense for "truths" and hypotheses.

Article Structure

Manuscripts should have **numbered lines**, with wide margins and **double spacing** throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. **Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered continuously.** However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasize part of the text.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

If reference is made to AOAC, ISO or similar analytical procedure(s), the specific procedure identification number(s) must be cited. A number of references for neutral and acid detergent fibre (NDF, ADF) assays exist, and an alternative reference to the now out-of-print USDA Agriculture Handbook 379 must be used. There are many options for NDF and ADF assays (e.g. sodium sulfite, alpha amylase, residual ash), which must be specified in the text. For more details see the editorial in Vol. 118/3-4.

The following definitions should be used, as appropriate:

- a. aNDFom-NDF assayed with a heat stable amylase and expressed exclusive of residual ash.

- b. NDFom-NDF not assayed with a heat stable amylase and expressed exclusive of residual ash.
- c. aNDF-NDF assayed with a heat stable amylase and expressed inclusive of residual ash.
- d. NDF-NDF assayed without a heat stable amylase and expressed inclusive of residual ash.
- e. ADFom-ADF expressed exclusive of residual ash.
- f. ADF-ADF expressed inclusive of residual ash.
- g. Lignin (sa)-Lignin determined by solubilization of cellulose with sulphuric acid.
- h. Lignin (pm)-Lignin determined by oxidation of lignin with permanganate.

While expressions of NDF and ADF inclusive of residual ash will continue to be acceptable (i.e., the terms aNDF, NDF and ADF above), the Editors-in-Chief highly recommend reporting all fibre values, including digestibilities, on an OM basis. Silica is partially soluble in ND, is quantitatively recovered in AD, and so may contribute to the 'fibre' values and to subsequent digestibility coefficients.

Reporting 'hemicellulose' values as the difference between NDF and ADF is generally only acceptable if the analyses have been sequential on the same sample. Crude fibre (CF), nitrogen-free extract (NFE) and total digestible nutrients (TDN) are not acceptable terms for describing feeds and should only be referred to in a historical context.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. Avoid extensive citations and discussion of published literature. Combined 'Results and Discussion' sections are only acceptable for 'Short Communications', except under compelling circumstances.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a "Present address" (or "Permanent address") may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

The abstract should be clear, descriptive and not longer than 400 words. It should contain the following specific information: purpose of study; experimental treatments used; results obtained, preferably with quantitative data; significance of findings; conclusions; implications of results if appropriate.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, "and", "of"). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Nomenclature and units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult IUB: Biochemical Nomenclature and Related Documents: <http://www.chem.qmw.ac.uk/iubmb/> for further information.

Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*. All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.

SI or SI-derived units should be used throughout (e.g. MJ and not Kcal for energy concentrations). Concentrations should be expressed on a 'per kg' basis (w/w); however, w/v, v/v, mol/mol or M may be accepted depending on the circumstances. In addition, 'units' and 'equivalents' are acceptable. Normality should be avoided, as it may be ambiguous for certain acids. If analytical standards have been used, they should be specified by name (e.g. yeast RNA) and form (e.g. lactose monohydrate). Percents should only be used when describing a relative increase or decrease in a response. Proportions should be maximum 1.0 or ≤ 1.0 . For more details see the editorial in Vol. 118/3-4.

Percent is *only* used to indicate relative changes. For composition, both w/w (often solids composition g/kg) and w/v (e.g. g/L), v/v (e.g. mL/L), mol/mol or M can be accepted depending on the circumstances. Specify units (e.g. g/L) and never as percent.

Digestibility/metabolisability and degradability should always be expressed as a coefficient (not %), and the content of, for example, the digestible component should be expressed as g/kg: thus, the coefficient of digestibility of dry matter is 0.8, while the content of digestible dry matter is 800g/kg. A distinction between true and apparent digestibility should be made, as well as between faecal and ileal (e.g. coefficient of total tract apparent digestibility - CTTAD). The terms 'availability' and 'bioavailability' should be avoided without definition in context.

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca²⁺, not as Ca⁺⁺. Isotope numbers should precede the symbols e.g. ¹⁸O. The repeated use of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as P₂O₅).

Math formulae

Present simple formulae in the line of normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

If differences between treatments are statistically significant, this should be indicated by adding the actual 'P' value obtained. If $0.10 > P > 0.05$, then differences can be considered to suggest a trend, or tendency, to a difference, but the actual 'P' value should be stated. Further information on this issue can be found in *Animal Feed Science and Technology* Vol. 129/1-2.

Spaces should be used between all values and units, except for the following: Between the value and degrees or percent. In equations around * and /. In probability expressions ($P < 0.05$). When probability values are given, the 'P' should be a capital letter.

Artwork

*Electronic artwork**General points*

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics".

TIFF: color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required. If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply "as is".

Please do not:

- Supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

All data in figures should have a measure of variation either on the plot (e.g., error bars), in the figure legend itself, or by reference to a table with measures of variation in the figure legend.

Explanations should be given in the figure legend(s). Drawn text in the figures should be kept to a minimum.

If a scale is given, use bar scales (instead of numerical scales) that must be changed with reduction.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting color figures to "gray scale" (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

References

All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. The manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of authors' names and dates are exactly the same in the text as in the reference list. The accuracy of the references is the responsibility of the author(s).

References published in other than the English language should be avoided, but are acceptable if they include an English language 'Abstract' and the number of non-English language references cited are reasonable (in the view of the handling Editor) relative to the total number of references cited.

In the text refer to the author's name (without initial) and year of publication, followed - if necessary - by a short reference to appropriate pages. Examples: "Since Peterson (1988) has shown that...". "This is in agreement with results obtained later (Kramer, 1989, pp. 12-16)".

If reference is made in the text to a publication written by more than two authors, the name of the first author should be used followed by "et al.". This indication, however, should never be used in the list of references. In this list names of first author and co-authors should be mentioned.

References cited together in the text should be arranged chronologically. The list of references should be arranged alphabetically on authors' names, and chronologically per author. If an author's name in the list is also mentioned with co-authors the following order should be used: publications of the single author, arranged according to publication dates - publications of the same author with one co-author - publications of the author with more than one co-author. Publications by the same author(s) in the same year should be listed as 2001a, 2001b, etc.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by "et al." and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: "as demonstrated (Allan, 1996a, 1996b, 1999; Allan and Jones, 1995). Kramer et al. (2000) have recently shown"

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters "a", "b", "c", etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2000. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51-59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 1979. *The Elements of Style*, third ed. Macmillan, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 1999. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281-304.

References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to

Index Medicus journal abbreviations: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>;

List of title word abbreviations: <http://www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php>;

CAS (Chemical Abstracts Service): <http://www.cas.org/sent.html>.

Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video

file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary data

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One Author designated as corresponding Author:

- E-mail address
- Full postal address
- Telephone and fax numbers

All necessary files have been uploaded

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been "spellchecked" and "grammar-checked"
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
- Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge) and in print or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print
- If only color on the Web is required, black and white versions of the figures are also supplied for printing purposes

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

Additional Information

Authors should use the 'Track Changes' option when revising their manuscripts, so that any changes made to the original submission are easily visible to the Editors. Those revised manuscripts upon which the changes are not clear may be returned to the author.

Specific comments made in the Author Comments in response to referees' comments must be organised clearly. For example, use the same numbering system as the referee, or use 2 columns of which one states the comment and the other the response.

AFTER ACCEPTANCE

Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal

medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. The correct format for citing a DOI is shown as follows (example taken from a document in the journal *Physics Letters B*):

doi:10.1016/j.physletb.2010.09.059

When you use the DOI to create URL hyperlinks to documents on the web, they are guaranteed never to change.

Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 (or higher) available free from <http://get.adobe.com/reader>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/reader/tech-specs.html>.

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately – please let us have all your corrections within 48 hours. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

AUTHOR INQUIRIES

For inquiries relating to the submission of articles (including electronic submission) please visit this journal's homepage. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, will be provided by the publisher. You can track accepted articles at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You can also check our Author FAQs (<http://www.elsevier.com/authorFAQ>) and/or contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

Apêndice 2. Dados individuais dos animais utilizados nos experimentos em gaiolas de metabolismo para compor os capítulos II e III

Experimento	Estádio	Baia	Tratamento	Peso Médio (kg)	Peso metabólico (kg)
1	Floresc.	1	3	36,8	14,9
1	Floresc.	2	4	40,3	16,0
1	Floresc.	3	1	42,0	16,5
1	Floresc.	4	1	39,5	15,8
1	Floresc.	5	3	38,5	15,5
1	Floresc.	6	2	39,8	15,8
1	Floresc.	7	1	46,0	17,7
1	Floresc.	8	3	40,0	15,9
1	Floresc.	9	4	46,0	17,7
1	Floresc.	10	2	36,3	14,8
1	Floresc.	11	4	42,3	16,6
1	Floresc.	12	1	37,0	15,0
1	Floresc.	13	3	43,8	17,0
1	Floresc.	14	2	36,8	14,9
1	Floresc.	15	4	40,0	15,9
1	Floresc.	16	2	32,5	13,6
2	Pré-flor.	1	1	38,5	15,5
2	Pré-flor.	2	2	35,5	14,5
2	Pré-flor.	3	4	40,8	16,1
2	Pré-flor.	4	4	37,3	15,1
2	Pré-flor.	5	3	40,8	16,1
2	Pré-flor.	6	2	34,5	14,2
2	Pré-flor.	7	1	37,0	15,0
2	Pré-flor.	8	3	36,3	14,8
2	Pré-flor.	9	4	37,0	15,0
2	Pré-flor.	10	3	30,5	13,0
2	Pré-flor.	11	4	38,0	15,3
2	Pré-flor.	12	1	36,8	14,9
2	Pré-flor.	13	2	36,5	14,8
2	Pré-flor.	14	2	42,0	16,5
2	Pré-flor.	15	3	34,5	14,2
2	Pré-flor.	16	1	35,8	14,6
3	Floresc.	1	4	33,0	13,8
3	Floresc.	2	1	33,3	13,8
3	Floresc.	3	1	35,0	14,4
3	Floresc.	4	2	30,0	12,8
3	Floresc.	5	3	41,8	16,4
3	Floresc.	6	2	34,3	14,2
3	Floresc.	7	3	36,3	14,8
3	Floresc.	8	4	39,0	15,6
3	Floresc.	9	2	37,3	15,1
3	Floresc.	10	1	37,0	15,0
3	Floresc.	11	4	35,5	14,5
3	Floresc.	12	1	39,8	15,8
3	Floresc.	13	2		
3	Floresc.	14	4	42,5	16,6
3	Floresc.	15	3	29,0	12,5
3	Floresc.	16	3	36,0	14,7
4	Vegetativo	1	3	26,3	11,6
4	Vegetativo	2	4	28,8	12,4
4	Vegetativo	3	1	26,8	11,8

4	Vegetativo	4	1	27,3	11,9
4	Vegetativo	5	3	28,0	12,2
4	Vegetativo	6	2	25,5	11,3
4	Vegetativo	7	1	24,5	11,0
4	Vegetativo	8	3	29,3	12,6
4	Vegetativo	9	4	30,8	13,1
4	Vegetativo	10	2	28,8	12,4
4	Vegetativo	11	4	33,0	13,8
4	Vegetativo	12	1	30,0	12,8
4	Vegetativo	13	3	24,5	11,0
4	Vegetativo	14	2	24,8	11,1
4	Vegetativo	15	4	30,0	12,8
4	Vegetativo	16	2	27,8	12,1
5	Pré-flor.	1	2	33,5	13,9
5	Pré-flor.	2	3	38,0	15,3
5	Pré-flor.	3	1	38,5	15,5
5	Pré-flor.	4	1	32,5	13,6
5	Pré-flor.	5	4	35,5	14,5
5	Pré-flor.	6	3	32,5	13,6
5	Pré-flor.	7	4	31,0	13,1
5	Pré-flor.	8	2	39,0	15,6
5	Pré-flor.	9	3	35,5	14,5
5	Pré-flor.	10	3	36,0	14,7
5	Pré-flor.	11	2	36,0	14,7
5	Pré-flor.	12	2	33,0	13,8
5	Pré-flor.	13	1	30,0	12,8
5	Pré-flor.	14	4	34,5	14,2
5	Pré-flor.	15	4	32,0	13,5
5	Pré-flor.	16	1	33,0	13,8
6	Vegetativo	1	2		
6	Vegetativo	2	2	28,5	12,3
6	Vegetativo	3	3	28,5	12,3
6	Vegetativo	4	3		
6	Vegetativo	5	4	24,9	11,1
6	Vegetativo	6	1	32,8	13,7
6	Vegetativo	7	3	25,1	11,2
6	Vegetativo	8	1	21,0	9,8
6	Vegetativo	9	4	25,1	11,2
6	Vegetativo	10	2	25,5	11,3
6	Vegetativo	11	1	25,8	11,4
6	Vegetativo	12	3	24,0	10,8
6	Vegetativo	13	4	20,9	9,8
6	Vegetativo	14	1	27,9	12,1
6	Vegetativo	15	2	33,2	13,8
6	Vegetativo	16	4	32,2	13,5
7	Floresc.	1	2	34,9	14,4
7	Floresc.	2	2	29,9	12,8
7	Floresc.	3	1	34,2	14,1
7	Floresc.	4	3	30,7	13,0
7	Floresc.	5	4	39,8	15,8
7	Floresc.	6	3		
7	Floresc.	7	4	32,6	13,6
7	Floresc.	8	1	35,7	14,6
7	Floresc.	9	2	29,9	12,8

7	Floresc.	10	4	26,8	11,8
7	Floresc.	11	1	29,8	12,8
7	Floresc.	12	3	31,2	13,2
7	Floresc.	13	2	34,9	14,3
7	Floresc.	14	3	34,8	14,3
7	Floresc.	15	1	28,3	12,3
7	Floresc.	16	4	24,7	11,1

Apêndice 3. Dados individuais referentes aos parâmetros de consumo e digestibilidade, Capítulo II

Ano	Estadio	Trat	Oferta real	DMO	DFDN	CMO (g/UTM)	CPDR (g/UTM)	CMOD (g/UTM)	CMS (%PV)	CFDN (%PV)	CPDR/CMOD
1	3	t1	1,69	66,45	63,67	37,29	4,55	24,12	1,64	0,99	18,17
1	3	t1	1,54	64,82	62,63	33,43	4,15	21,17	1,50	0,91	18,59
1	3	t1	1,57	67,05	63,39	34,72	4,30	22,75	1,50	0,90	18,05
1	3	t1	1,53	66,47	63,94	33,00	4,12	21,48	1,51	0,91	18,20
1	3	t2	2,17	63,45	55,24	36,98	4,58	22,77	1,65	0,96	19,31
1	3	t2	2,24	63,95	61,51	42,88	5,19	26,45	1,95	1,16	19,18
1	3	t2	2,08	66,59	61,98	39,73	4,99	25,68	1,80	1,06	18,89
1	3	t2	2,17	69,75	64,85	37,34	4,70	25,45	1,75	1,01	17,91
1	3	t3	2,61	60,84	52,96	43,29	5,59	25,29	1,96	1,11	21,53
1	3	t3	2,74	63,93	57,01	42,39	5,17	26,16	1,89	1,09	19,30
1	3	t3	2,77	64,26	55,53	39,18	4,77	24,39	1,74	0,95	18,90
1	3	t3	2,81	63,23	54,55	40,66	4,46	24,83	1,75	0,96	17,35
1	3	t4	3,27	66,43	62,22	50,57	5,78	32,31	2,22	1,27	17,85
1	3	t4	2,82	68,65	63,42	42,16	4,96	28,09	1,80	1,00	17,34
1	3	t4	2,95	61,83	53,18	38,71	4,85	23,13	1,69	0,92	20,19
1	3	t4	3,37	61,67	53,35	44,14	5,12	26,15	1,94	1,10	19,09
2	2	t1	1,45	81,75	83,13	32,29	4,73	25,89	1,43	0,88	18,37
2	2	t1	1,63	91,02	92,94	30,10	4,84	26,93	1,35	0,81	18,00
2	2	t1	1,62	79,20	80,23	35,82	5,29	27,81	1,60	0,99	19,00
2	2	t1	1,57	73,88	75,68	34,75	5,11	25,13	1,56	0,96	20,51
2	2	t2	2,05	82,17	84,91	34,83	5,79	28,07	1,58	0,94	20,56
2	2	t2	2,08	80,49	80,96	44,31	6,78	34,98	2,01	1,24	18,93
2	2	t2	2,06	77,05	78,54	44,62	6,81	33,68	2,00	1,23	19,84
2	2	t2	1,99	81,96	82,92	41,18	6,49	33,11	1,78	1,09	19,24
2	2	t3	2,40	80,00	80,21	51,02	7,99	40,03	2,22	1,36	19,32
2	2	t3	2,40	81,08	82,43	38,15	6,66	30,33	1,71	1,03	21,75
2	2	t3	2,59	78,53	78,90	43,44	7,56	33,43	2,05	1,22	22,24
2	2	t3	2,48	79,84	82,24	49,62	7,87	38,84	2,26	1,38	19,65
2	2	t4	3,58	78,38	77,69	58,73	10,27	45,12	2,57	1,52	21,94
2	2	t4	3,68	75,10	73,74	48,52	9,39	35,68	2,18	1,25	25,82
2	2	t4	3,60	79,69	80,51	53,34	9,28	41,68	2,38	1,44	21,55
2	2	t4	3,97	78,18	78,03	58,89	10,84	45,13	2,63	1,57	23,20
2	3	t1	1,27	70,80	68,19	28,28	3,11	20,09	1,18	0,78	16,94
2	3	t1	1,19	68,52	64,92	28,34	3,08	19,53	1,16	0,78	17,33
2	3	t1	1,32	61,96	58,79	31,65	3,55	20,02	1,29	0,86	19,21
2	3	t1	1,24	64,89	59,86	30,11	3,36	19,81	1,20	0,80	18,46
2	3	t2	1,64	63,32	56,53	35,73	4,19	23,23	1,55	1,03	19,01
2	3	t2	1,67	59,71	52,63	38,10	4,51	23,55	1,60	1,07	20,06
2	3	t2	1,75	69,18	62,08	41,87	5,03	29,79	1,73	1,15	17,15
2	3	t2									
2	3	t3	2,01	70,66	66,67	43,01	5,27	31,25	1,73	1,15	17,02
2	3	t3	2,00	59,58	50,22	46,11	5,66	28,71	1,93	1,28	20,07

2	3	t3									
2	3	t3	2,11	63,13	57,71	43,44	5,37	28,44	1,82	1,22	19,29
2	3	t4	2,79	66,57	61,19	42,83	5,64	29,44	1,83	1,20	19,47
2	3	t4	2,43	62,03	55,66	50,90	6,51	33,02	2,10	1,39	19,76
2	3	t4	2,63	66,31	61,95	41,27	5,39	28,21	1,74	1,15	19,52
2	3	t4	2,38	63,90	57,38	53,29	6,70	35,59	2,16	1,44	18,71
3	1	t1	1,11	87,89	87,40	22,23	5,04	19,54	1,08	0,47	25,81
3	1	t1	1,20	84,90	81,81	22,67	5,18	19,25	1,09	0,46	26,88
3	1	t1	1,09	87,25	86,49	21,16	4,82	18,47	1,05	0,46	26,08
3	1	t1	1,18	85,77	84,43	24,14	5,50	20,70	1,14	0,49	26,58
3	1	t2	1,51	83,71	81,96	28,74	6,45	24,06	1,40	0,60	26,83
3	1	t2	1,43	83,48	82,54	28,43	6,46	23,74	1,36	0,59	27,23
3	1	t2	1,55	85,22	83,43	30,05	6,87	25,61	1,49	0,65	26,83
3	1	t2	1,46	85,31	83,21	28,35	6,39	24,19	1,36	0,59	26,44
3	1	t3	1,78	84,01	84,22	34,59	7,91	29,06	1,69	0,73	27,21
3	1	t3	1,77	83,50	83,81	34,18	7,92	28,54	1,64	0,70	27,75
3	1	t3	1,80	84,86	83,93	34,38	7,93	29,18	1,63	0,69	27,18
3	1	t3	1,80	86,28	85,22	32,75	7,51	28,26	1,63	0,69	26,58
3	1	t4	3,01	78,23	76,98	51,83	11,79	40,55	2,46	1,01	29,09
3	1	t4	3,00	77,70	73,55	44,07	10,29	34,24	2,05	0,80	30,05
3	1	t4	2,88	77,99	71,53	47,12	10,80	36,75	2,16	0,85	29,40
3	1	t4	2,90	81,86	76,06	43,46	9,98	35,57	2,04	0,79	28,05
3	2	t1	1,22	84,22	86,06	26,92	4,60	23,09	1,20	0,68	19,56
3	2	t1	1,25	83,45	86,23	26,44	4,53	22,47	1,23	0,69	19,72
3	2	t1	1,24	78,86	81,98	24,97	4,30	20,08	1,19	0,67	20,69
3	2	t1	1,21	81,61	83,37	25,88	4,44	21,52	1,20	0,68	20,12
3	2	t2	1,59	79,04	79,28	33,18	5,53	26,74	1,53	0,86	20,66
3	2	t2	1,61	82,27	84,11	35,48	5,88	29,73	1,58	0,89	19,96
3	2	t2	1,57	78,31	79,39	34,48	5,74	27,53	1,57	0,88	20,87
3	2	t2	1,61	79,30	81,46	34,46	5,73	27,86	1,60	0,90	20,62
3	2	t3	1,99	78,47	79,71	41,36	6,82	33,10	1,85	1,04	20,97
3	2	t3	2,03	77,20	79,91	43,34	7,07	34,13	2,02	1,14	21,15
3	2	t3	2,04	81,66	83,48	44,21	7,20	36,79	2,01	1,13	20,10
3	2	t3	2,00	77,38	80,68	42,80	6,98	33,78	1,94	1,09	21,06
3	2	t4	4,12	77,78	78,86	67,09	11,18	53,23	3,06	1,72	22,01
3	2	t4	4,42	78,27	77,87	68,26	10,98	54,49	3,20	1,79	21,18
3	2	t4	4,43	78,80	79,86	84,32	13,34	67,75	3,86	2,18	20,92
3	2	t4	4,59	81,73	81,49	71,01	11,37	59,14	3,32	1,84	20,33

Apêndice 4. Dados individuais referentes aos parâmetros de consumo dos componentes morfológicos, Capítulo II

Ano	Estadio	Tratamento	Oferta real (% PV)	Folha (g/UTM)	Colmo (g/UTM)	Inflorescência (g/UTM)
1	3	t1	1,69	5,75	13,52	20,74
1	3	t1	1,54	5,39	12,61	17,87
1	3	t1	1,57	5,56	12,77	18,92
1	3	t1	1,53	5,32	12,46	17,63
1	3	t2	2,17	6,24	12,84	20,61
1	3	t2	2,24	6,44	15,13	24,41
1	3	t2	2,08	6,22	12,41	23,93
1	3	t2	2,17	6,17	12,56	21,27
1	3	t3	2,61	6,83	9,25	30,33
1	3	t3	2,74	6,74	9,22	29,36
1	3	t3	2,77	6,46	8,43	26,94

1	3	t3	2,81	5,90	7,91	29,41
1	3	t4	3,27	7,64	13,12	33,23
1	3	t4	2,82	6,62	10,87	27,52
1	3	t4	2,95	6,37	7,87	27,11
1	3	t4	3,37	6,99	9,50	30,56
2	2	t1	1,45	14,90	15,53	5,97
2	2	t1	1,63	15,56	13,83	4,70
2	2	t1	1,62	16,62	17,04	6,63
2	2	t1	1,57	16,13	16,57	6,42
2	2	t2	2,05	19,18	15,66	4,54
2	2	t2	2,08	21,20	20,45	8,00
2	2	t2	2,06	21,36	20,52	8,11
2	2	t2	1,99	20,80	18,22	7,26
2	2	t3	2,40	25,62	22,65	8,83
2	2	t3	2,40	18,81	17,41	6,69
2	2	t3	2,59	25,50	18,58	4,97
2	2	t3	2,48	25,04	22,44	8,09
2	2	t4	3,58	33,83	25,81	6,32
2	2	t4	3,68	31,72	17,86	5,16
2	2	t4	3,60	28,82	22,88	7,95
2	2	t4	3,97	35,91	23,47	6,85
2	3	t1	1,27	3,43	7,18	19,58
2	3	t1	1,19	3,23	7,72	19,31
2	3	t1	1,32	3,92	8,91	20,98
2	3	t1	1,24	3,62	8,41	20,14
2	3	t2	1,64	5,03	10,13	23,12
2	3	t2	1,67	5,43	11,13	24,17
2	3	t2	1,75	6,10	12,44	26,24
2	3	t2				
2	3	t3	2,01	7,15	11,82	27,04
2	3	t3	2,00	7,15	13,69	28,47
2	3	t3				
2	3	t3	2,11	7,54	13,51	25,48
2	3	t4	2,79	8,50	8,91	28,39
2	3	t4	2,43	8,80	14,46	31,24
2	3	t4	2,63	8,82	13,22	22,28
2	3	t4	2,38	9,15	16,01	31,86
3	2	t1	1,22	14,96	10,82	3,24
3	2	t1	1,25	14,66	10,65	3,19
3	2	t1	1,24	13,84	9,94	3,06
3	2	t1	1,21	14,48	10,30	3,10
3	2	t2	1,59	17,79	14,05	4,08
3	2	t2	1,61	19,17	15,03	4,30
3	2	t2	1,57	18,87	14,44	4,13
3	2	t2	1,61	18,80	14,49	4,13
3	2	t3	1,99	21,66	18,16	5,22
3	2	t3	2,03	23,35	18,72	5,21
3	2	t3	2,04	23,70	19,20	5,33
3	2	t3	2,00	22,83	18,64	5,20
3	2	t4	4,12	37,56	28,11	8,06
3	2	t4	4,42	33,35	31,65	9,68
3	2	t4	4,43	42,58	39,34	10,78
3	2	t4	4,59	33,40	35,30	9,26

Apêndice 5. Dados individuais referentes aos parâmetros de cinética digestiva, Capítulo II

Experimento	Estádio	Trat	Oferta real (% PV)	K1 (%/hora)	K2 (%/hora)	TRR (horas)	TRC (horas)	TT (horas)	TTR (horas)
2	2	t1	1,45	3,59	3,63	27,86	27,55	16,05	71,45
2	2	t1	1,63	3,19	3,29	31,35	30,40	22,93	84,67
2	2	t1	1,62	4,46	5,07	22,42	19,72	20,94	63,09
2	2	t1	1,57	5,04	5,23	19,84	19,12	16,12	55,08
2	2	t2	2,05	3,23	3,92	30,96	25,51	15,72	72,19
2	2	t2	2,08	5,20	6,58	19,23	15,20	13,30	47,73
2	2	t2	2,06	3,69	3,89	27,10	25,71	17,31	70,12
2	2	t2	1,99	3,69	3,95	27,10	25,32	22,98	75,40
2	2	t3	2,40	4,75	4,94	21,05	20,24	11,69	52,99
2	2	t3	2,40	3,11	3,12	32,15	32,05	27,25	91,46
2	2	t3	2,59	5,04	5,54	19,84	18,05	17,60	55,49
2	2	t3	2,48	3,83	3,90	26,11	25,64	11,93	63,68
2	2	t4	3,58	5,27	5,45	18,98	18,35	11,75	49,07
2	2	t4	3,68	4,79	4,81	20,88	20,79	17,22	58,89
2	2	t4	3,60	4,32	4,35	23,15	22,99	17,46	63,60
2	2	t4	3,97	5,43	5,52	18,42	18,12	16,11	52,64
3	3	t1	1,27	3,17	3,19	31,55	31,35	22,74	85,63
3	3	t1	1,19	3,77	3,91	26,53	25,58	15,78	67,88
3	3	t1	1,32	4,31	4,52	23,20	22,12	21,46	66,79
3	3	t1	1,24	4,16	4,30	24,04	23,26	28,04	75,33
3	3	t2	1,64	3,49	3,62	28,65	27,62	16,79	73,07
3	3	t2	1,67	4,23	4,39	23,64	22,78	17,12	63,54
3	3	t2	1,75	4,07	4,24	24,57	23,58	16,76	64,91
3	3	t2							
3	3	t3	2,01	3,88	3,91	25,77	25,58	27,02	78,37
3	3	t3	2,00	4,36	4,52	22,94	22,12	16,20	61,26
3	3	t3							
3	3	t3	2,11	4,54	4,75	22,03	21,05	16,11	59,19
3	3	t4	2,79	5,26	5,42	19,01	18,45	17,08	54,54
3	3	t4	2,43	5,01	5,09	19,96	19,65	15,94	55,55
3	3	t4	2,63	4,13	4,26	24,21	23,47	16,19	63,88
3	3	t4	2,38	4,98	5,03	20,08	19,88	15,66	55,62

Apêndice 6. Dados individuais referentes aos parâmetros de metabolismo do nitrogênio, Capítulo II

Exper.	Estádio	Trat	Oferta real (% PV)	Consumo N (g/dia)	N urina (g/dia)	N fezes (g/dia)	Retenção de N (g/dia)	N microbiano (g/dia)	Eficiência síntese microbiana
4	1	t1	1,11	10,93	10,20	1,38	-0,66	9,65	39,25
4	1	t1	1,20	11,31	10,67	1,70	-1,05	10,21	41,24
4	1	t1	1,09	9,77	7,67	1,23	0,86	6,09	27,91
4	1	t1	1,18	12,93	11,20	1,78	-0,05	10,46	36,51
4	1	t2	1,51	13,49	8,42	2,34	2,74	11,90	39,89
4	1	t2	1,43	14,78	12,29	2,52	-0,03	10,52	32,52
4	1	t2	1,55	14,03	11,45	2,10	0,49	10,10	32,89
4	1	t2	1,46	14,24		2,33			
4	1	t3	1,78	16,88	10,57	2,80	3,50	11,46	30,90
4	1	t3	1,77	17,59	12,44	2,89	2,26	13,70	35,63
4	1	t3	1,80	18,18	12,94	2,95	2,29	14,35	35,85

4	1	t3	1,80	15,06	10,59	2,15	2,32	12,89	38,38
4	1	t4	3,01	26,84	17,47	5,97	3,40	21,84	37,86
4	1	t4	3,00	24,03		5,57			
4	1	t4	2,88	27,07	18,73	6,13	2,21	23,12	40,64
4	1	t4	2,90	23,24	14,18	4,27	4,78	17,64	35,27
5	2	t1	1,22	12,01	8,79	1,91	1,31	8,98	23,64
5	2	t1	1,25	10,39		1,92			
5	2	t1	1,24	9,21	9,04	2,24	-2,07	7,55	26,57
5	2	t1	1,21	10,30	8,79	2,03	-0,52	7,77	24,34
5	2	t2	1,59	13,28	9,10	2,87	1,31	12,06	29,98
5	2	t2	1,61	15,95	10,98	2,87	2,11	10,68	21,42
5	2	t2	1,57	14,64	8,33	3,26	3,05	10,15	22,99
5	2	t2	1,61	13,70	9,76	3,00	0,93	8,17	19,49
5	2	t3	1,99	18,30	11,75	3,61	2,94	12,22	22,11
5	2	t3	2,03	17,06	10,00	4,22	2,84	10,43	20,22
5	2	t3	2,04	18,53	12,17	3,50	2,87	13,86	24,04
5	2	t3	2,00	18,13	13,29	4,34	0,49	11,42	20,66
5	2	t4	4,12	29,66	14,22	6,68	8,75	13,53	15,98
5	2	t4	4,42	26,11	16,96	5,26	3,89	14,89	19,24
5	2	t4	4,43	34,93	19,91	7,42	7,61	20,03	19,11
5	2	t4	4,59	27,60	15,75	5,95	5,90	15,17	17,92

Apêndice 7. Dados individuais referentes às participações dos componentes morfológicos, Capítulo II

Experimento	Tratam.	Folha oferecido (%)	Colmo oferecido (%)	Infloresc. Oferecido (%)	Folha consumida (%)	Colmo consumido (%)	Inflorescência consumida (%)
1	1	8,58	30,66	60,76	8,62	29,52	61,86
1	1	8,58	30,66	60,76	8,63	30,35	61,03
1	1	8,58	30,66	60,76	8,74	29,69	61,56
1	1	8,58	30,66	60,76	8,54	30,32	61,14
2	1	45,45	37,74	16,81	45,50	37,67	16,83
2	1	45,45	37,74	16,81	50,67	35,18	14,15
2	1	45,45	37,74	16,81	45,36	37,79	16,84
2	1	45,45	37,74	16,81	45,48	37,72	16,79
3	1	19,86	32,31	47,83	20,86	30,27	48,87
3	1	19,86	32,31	47,83	20,09	32,11	47,80
3	1	19,86	32,31	47,83	20,02	32,27	47,71
3	1	19,86	32,31	47,83	20,11	32,37	47,52
5	1	45,97	43,26	10,76	44,91	43,99	11,09
5	1	45,97	43,26	10,76	42,47	44,72	12,81
5	1	45,97	43,26	10,76	45,80	43,43	10,77
5	1	45,97	43,26	10,76	45,97	43,26	10,76
1	2	8,58	30,66	60,76	9,86	28,12	62,02
1	2	8,58	30,66	60,76	8,99	29,21	61,80
1	2	8,58	30,66	60,76	9,20	25,32	65,48
1	2	8,58	30,66	60,76	9,63	27,24	63,13
2	2	45,45	37,74	16,81	53,11	35,09	11,80
2	2	45,45	37,74	16,81	46,05	37,53	16,41
2	2	45,45	37,74	16,81	46,07	37,41	16,52
2	2	45,45	37,74	16,81	48,61	35,40	16,00
3	2	19,86	32,31	47,83	20,63	31,65	47,72
3	2	19,86	32,31	47,83	20,35	32,24	47,41
3	2	19,86	32,31	47,83	19,98	32,25	47,77

3	2						
5	2	45,97	43,26	10,76	44,43	44,20	11,37
5	2	45,97	43,26	10,76	45,86	43,32	10,82
5	2	45,97	43,26	10,76	45,38	43,60	11,03
5	2	45,97	43,26	10,76	44,15	44,33	11,52
1	3	8,58	30,66	60,76	9,72	16,76	73,51
1	3	8,58	30,66	60,76	9,76	17,07	73,17
1	3	8,58	30,66	60,76	9,89	16,64	73,47
1	3	8,58	30,66	60,76	8,34	14,96	76,70
2	3	45,45	37,74	16,81	47,82	36,47	15,71
2	3	45,45	37,74	16,81	47,78	36,30	15,92
2	3	45,45	37,74	16,81	55,57	34,11	10,32
2	3	45,45	37,74	16,81	48,10	37,10	14,81
3	3	19,86	32,31	47,83	21,81	29,94	48,25
3	3	19,86	32,31	47,83	20,30	31,79	47,91
3	3	19,86	32,31	47,83	26,54	28,61	44,86
3	3	19,86	32,31	47,83	22,42	33,38	44,19
5	3	45,97	43,26	10,76	48,65	40,54	10,80
5	3	45,97	43,26	10,76	45,48	43,60	10,93
5	3	45,97	43,26	10,76	45,37	43,70	10,94
5	3	45,97	43,26	10,76	40,77	47,49	11,74
1	4	8,58	30,66	60,76	9,86	21,41	68,73
1	4	8,58	30,66	60,76	9,56	20,71	69,73
1	4	8,58	30,66	60,76	9,79	15,53	74,68
1	4	8,58	30,66	60,76	9,91	17,05	73,03
2	4	45,45	37,74	16,81	53,93	36,36	9,71
2	4	45,45	37,74	16,81	61,25	29,17	9,58
2	4	45,45	37,74	16,81	51,19	35,28	13,53
2	4	45,45	37,74	16,81	56,89	32,63	10,48
3	4	19,86	32,31	47,83	25,00	23,45	51,55
3	4	19,86	32,31	47,83	21,43	30,12	48,45
3	4	19,86	32,31	47,83	26,61	34,44	38,95
3	4	19,86	32,31	47,83	21,09	31,56	47,36
5	4	45,97	43,26	10,76	45,84	43,33	10,83
5	4	45,97	43,26	10,76	45,61	43,55	10,84
5	4	45,97	43,26	10,76	45,69	43,46	10,86
5	4	45,97	43,26	10,76	45,97	43,26	10,76

Apêndice 8. Dados individuais referentes aos consumos de MO e excreções fecais de nitrogênio e FDA, Capítulo III

Ano	Experimento	Estadio	CMO (g/dia)	N fecal (g/dia)	FDA (g/dia)
1	1	3	673,3	5,70	137,7
1	1	3	837,1	6,05	150,5
1	1	3	645,2	4,83	108,3
1	1	3	555,3	4,61	100,5
1	1	3	683,3	5,38	129,9
1	1	3	614,1	4,77	122,1
1	1	3	645,3	4,74	118,2
1	1	3	652,1	5,29	122,8
1	1	3	776,7	5,57	131,2
1	1	3	660,3	5,37	124,8
1	1	3	671,6	5,82	129,8
1	1	3	522,3	4,02	95,2
1	1	3	722,5	5,64	142,9

1	1	3	620,1	4,02	113,2
1	1	3	731,0	5,30	157,0
1	1	3	533,0	3,53	86,3
2	2	2	499,0	2,86	31,0
2	2	2	506,5	3,12	26,7
2	2	2	947,3	5,94	75,3
2	2	2	731,6	5,35	66,9
2	2	2	822,9	5,09	59,7
2	2	2	630,8	3,78	45,5
2	2	2	451,6	1,91	11,7
2	2	2	563,6	3,37	35,2
2	2	2	800,2	5,08	55,7
2	2	2	563,8	3,79	43,3
2	2	2	901,4	5,99	72,5
2	2	2	534,6	3,67	35,8
2	2	2	662,5	4,50	52,2
2	2	2	679,4	3,75	41,9
2	2	2	706,4	4,84	45,5
2	2	2	508,0	3,99	46,9
2	3	3	563,4	3,54	55,5
2	3	3	365,1	2,28	27,4
2	3	3	380,3	2,11	32,2
2	3	3	433,5	2,88	49,7
2	3	3	675,0	3,65	51,8
2	3	3	512,4	3,83	67,5
2	3	3	653,0	4,39	94,7
2	3	3	764,5	5,76	91,2
2	3	3	602,5	3,05	58,3
2	3	3	446,1	3,14	46,3
2	3	3	572,4	3,57	55,7
2	3	3	446,4	2,73	46,9
2	3	3	855,2	5,56	95,0
2	3	3	374,3	1,74	28,5
2	3	3	610,3	4,38	71,3
3	4	1	401,2	2,80	17,2
3	4	1	643,5	5,97	35,4
3	4	1	261,5	1,38	9,3
3	4	1	270,4	1,70	12,7
3	4	1	416,0	2,89	17,3
3	4	1	326,1	2,34	16,3
3	4	1	233,1	1,23	8,6
3	4	1	432,4	2,95	16,0
3	4	1	575,5	5,57	34,8
3	4	1	353,0	2,52	16,5
3	4	1	648,8	6,13	41,1
3	4	1	309,4	1,78	12,5
3	4	1	360,7	2,15	13,9
3	4	1	333,5	2,10	13,6
3	4	1	557,1	4,27	31,4
3	4	1	342,8	2,33	14,6
3	5	2	462,0	2,87	34,1
3	5	2	633,1	3,61	46,8
3	5	2	416,0	1,91	21,3
3	5	2	359,9	1,92	17,0

3	5	2	975,7	6,68	75,6
3	5	2	589,9	4,22	40,6
3	5	2	896,8	5,26	72,6
3	5	2	553,6	2,87	30,4
3	5	2	643,0	3,50	36,8
3	5	2	629,0	4,34	44,8
3	5	2	506,8	3,26	34,4
3	5	2	474,4	3,00	29,9
3	5	2	320,1	2,24	20,7
3	5	2	1200,3	7,42	84,0
3	5	2	955,4	5,95	61,5
3	5	2	356,4	2,03	20,5
4	6	1	439,6	3,93	
4	6	1	505,7	4,26	
4	6	1	355,5	2,91	
4	6	1	437,2	3,70	
4	6	1	254,7	2,25	
4	6	1	643,8	5,56	
4	6	1	344,1	3,72	
4	6	1	297,9	2,21	
4	6	1	432,5	3,51	
4	6	1	483,9	4,91	
4	6	1	333,5	3,51	
4	6	1	483,4	3,74	
4	6	1	888,0	8,65	
4	7	3	723,4	5,29	114,5
4	7	3	604,2	4,50	88,3
4	7	3	516,8	3,84	72,5
4	7	3	720,2	4,65	112,8
4	7	3	1139,4	7,49	161,0
4	7	3	670,5	5,07	80,3
4	7	3	566,1	4,24	82,4
4	7	3	677,1	4,75	105,6
4	7	3	530,2	3,15	40,4
4	7	3	490,3	3,63	73,8
4	7	3	769,3	6,12	115,8
4	7	3	512,5	3,37	81,7
4	7	3	777,9	5,26	112,6
4	7	3	439,1	2,71	55,9
4	7	3	517,4	4,58	81,9

Apêndice 9. Dados individuais referentes à digestibilidade da MO e excreções fecais de proteína e FDA, Capítulo III

Ano	Experimento	Estádio	DMO	PBf (g/kg MO)	FDAf (g/kg MO)
1	1	3	0,56	106	466
1	1	3	0,62	106	469
1	1	3	0,62	106	438
1	1	3	0,60	113	453
1	1	3	0,59	106	465
1	1	3	0,59	104	481
1	1	3	0,62	105	486
1	1	3	0,59	110	465
1	1	3	0,64	108	468
1	1	3	0,59	112	463

1	1	3	0,57	109	450
1	1	3	0,62	108	476
1	1	3	0,58	103	476
1	1	3	0,62	93	478
1	1	3	0,57	93	498
1	1	3	0,65	103	462
2	2	2	0,80	150	313
2	2	2	0,81	164	272
2	2	2	0,77	142	343
2	2	2	0,74	146	345
2	2	2	0,78	149	336
2	2	2	0,79	147	343
2	2	2	0,89	193	246
2	2	2	0,80	149	305
2	2	2	0,78	150	318
2	2	2	0,77	153	333
2	2	2	0,77	153	344
2	2	2	0,78	158	300
2	2	2	0,75	143	321
2	2	2	0,80	144	315
2	2	2	0,78	165	297
2	2	2	0,72	146	334
2	3	3	0,72	121	351
2	3	3	0,76	139	315
2	3	3	0,74	116	325
2	3	3	0,69	116	367
2	3	3	0,76	123	320
2	3	3	0,65	118	378
2	3	3	0,65	107	414
2	3	3	0,67	125	366
2	3	3	0,75	109	381
2	3	3	0,67	118	318
2	3	3	0,72	121	344
2	3	3	0,70	112	353
2	3	3	0,69	117	361
2	3	3	0,78	116	350
2	3	3	0,68	124	371
3	4	1	0,84	273	268
3	4	1	0,78	267	253
3	4	1	0,88	273	293
3	4	1	0,85	260	311
3	4	1	0,84	263	253
3	4	1	0,84	275	307
3	4	1	0,87	259	290
3	4	1	0,85	281	244
3	4	1	0,78	271	271
3	4	1	0,83	270	283
3	4	1	0,78	268	288
3	4	1	0,86	252	284
3	4	1	0,86	271	280
3	4	1	0,85	266	276
3	4	1	0,82	264	311
3	4	1	0,85	289	290
3	5	2	0,81	167	381

3	5	2	0,80	149	370
3	5	2	0,86	163	360
3	5	2	0,85	180	315
3	5	2	0,79	174	375
3	5	2	0,79	175	324
3	5	2	0,80	156	401
3	5	2	0,84	163	339
3	5	2	0,83	168	341
3	5	2	0,79	172	338
3	5	2	0,80	166	337
3	5	2	0,81	173	329
3	5	2	0,80	185	331
3	5	2	0,80	165	356
3	5	2	0,83	194	385
3	5	2	0,83	178	342
4	7	3	0,64	114	435
4	7	3	0,65	118	422
4	7	3	0,66	121	409
4	7	3	0,64	101	431
4	7	3	0,67	112	424
4	7	3	0,68	132	374
4	7	3	0,64	118	407
4	7	3	0,64	112	437
4	7	3	0,79	151	361
4	7	3	0,65	119	433
4	7	3	0,66	127	438
4	7	3	0,62	100	425
4	7	3	0,67	115	435
4	7	3	0,67	105	384
4	7	3	0,60	127	398

Apêndice 10. Dados individuais referentes às produções fecais observadas e estimadas pelos marcadores em ovinos em pastejo, Capítulo III

Período	Piquete	Tratamento	Prod. fecal estimada (g/dia)	Prod. fecal observada (g/dia)
2	2	5	216,3	205,7
2	2	5	233,5	228,4
2	2	5	146,4	136,9
2	15	5	203,5	194,3
2	15	5	177,5	212,6
2	15	5	118,9	111,2
2	16	5	155,6	182,5
2	16	5	191,2	151,3
2	16	5	278,8	274,1
2	1	2,5	144,3	126,3
2	1	2,5	94,5	108,5
2	1	2,5	137,6	125,0
2	5	2,5	260,0	276,1
2	5	2,5	264,0	315,7
2	5	2,5	193,7	174,5
2	8	2,5	129,8	112,9
2	8	2,5	246,2	237,5
2	8	2,5	87,1	102,4
2	17	1,25	96,0	94,6

2	17	1,25	129,2	139,9
2	17	1,25	291,1	356,9
2	18	1,25	157,9	147,7
2	18	1,25		
2	18	1,25	170,8	195,8
2	19	1,25	176,9	151,6
2	19	1,25	57,5	55,9
2	19	1,25	123,4	138,1
3	2	5	132,7	150,5
3	2	5	264,1	309,3
3	15	5	328,3	395,9
3	15	5	300,2	357,6
3	15	5	205,2	215,6
3	16	5	216,6	246,3
3	16	5	353,1	430,6
3	16	5	172,0	188,1
3	1	2,5	204,9	247,2
3	1	2,5	273,0	308,1
3	1	2,5	315,9	353,0
3	5	2,5	335,9	403,0
3	5	2,5	201,7	228,4
3	5	2,5	268,3	327,4
3	8	2,5	248,1	311,4
3	8	2,5	279,0	341,3
3	8	2,5	185,1	206,2
3	17	1,25	263,8	297,0
3	17	1,25	252,5	311,1
3	17	1,25	249,9	307,9
3	18	1,25	200,7	233,9
3	18	1,25	199,8	239,4
3	18	1,25	176,0	205,4
3	19	1,25		
3	19	1,25	231,6	256,3
3	19	1,25	248,5	318,4

Apêndice 11. Dados individuais referentes aos animais utilizados no ensaio de pastejo, Capítulo IV

Piquete	Bloco	Tratamento	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)
1	3	2,5	38,0	41,0
1	3	2,5	41,4	47,0
1	3	2,5	39,5	47,7
2	3	5	41,1	45,9
2	3	5	39,3	48,9
2	3	5	37,8	45,1
5	1	2,5	60,7	64,5
5	1	2,5	62,0	68,0
5	1	2,5	62,7	67,2
8	4	2,5	58,0	56,8
8	4	2,5	48,0	56,8
8	4	2,5	42,7	51,3
15	1	5	60,3	66,0
15	1	5	61,4	66,8
15	1	5	63,3	69,4
16	4	5	43,0	48,3

16	4	5	44,7	47,0
16	4	5	56,9	69,9
17	1	1,25	58,3	59,8
17	1	1,25	60,3	58,5
17	1	1,25	65,3	62,5
18	3	1,25	37,6	36,0
18	3	1,25	37,3	39,0
18	3	1,25	40,5	41,5
19	4	1,25	55,2	58,5
19	4	1,25	41,8	42,5
19	4	1,25	42,8	47,0

Apêndice 12. Dados individuais referentes aos parâmetros de ganho de peso e da pastagem, Capítulo IV

Estádio	Tratamento	Bloco	Oferta real (x potencial de consumo)	Taxa de acúmulo (kg MS/ha/dia)	Altura (cm)	Massa forragem (kg MS/ha)	Ganho médio diário (g/dia)
1	1,25	1	1,12	38,5	21,4	1791,9	82,0
1	1,25	3	1,68	40,6	24,2	2315,1	46,6
1	1,25	4	1,53	42,6	18,0	2246,2	40,8
1	2,5	1	3,05	30,6	26,3	3490,1	194,7
1	2,5	3	2,73	21,2	29,5	3320,5	198,9
1	2,5	4	2,72	54,6	23,3	2016,7	201,3
1	5	1	5,55	41,6	32,2	2752,7	212,6
1	5	3	5,85	50,1	29,5	3228,6	216,8
1	5	4	6,81	46,4	29,4	3425,9	150,2
2	1,25	1	1,10	30,0	8,0	944,1	-128,4
2	1,25	3	1,03	40,5	11,0	1536,4	-62,5
2	1,25	4	1,61	35,3	10,0	1193,7	-118,1
2	2,5	1	1,95	31,8	14,0	2414,0	-63,9
2	2,5	3	2,13	52,0	16,0	3047,9	-41,7
2	2,5	4	2,56	49,1	17,0	1812,5	-48,6
2	5	1	3,76	36,6	27,0	3075,7	-6,9
2	5	3	5,27	26,1	19,0	3174,6	37,6
2	5	4	6,84	40,6	23,0	3715,0	41,7
3	1,25	1	1,72	101,9	8,9	625,5	12,8
3	1,25	3	2,00	119,0	7,9	714,6	37,9
3	1,25	4	1,16	84,8	9,5	534,1	75,8
3	2,5	1	3,40	60,5	15,8	2203,9	68,2
3	2,5	3	4,10	80,2	15,7	2380,7	83,3
3	2,5	4	3,45	59,9	17,2	2642,4	60,6
3	5	1	6,56	47,8	19,6	3936,4	30,3
3	5	3	6,90	64,5	18,1	3032,7	22,7
3	5	4	7,55	71,9	19,5	4175,8	75,8

Apêndice 13. Dados individuais referentes aos componentes morfológicos da pastagem, Capítulo IV

Estádio	Trat.	Bloco	Folha	Mmorto	Infloresc.	Colmo	Folha	Mmorto	Infloresc.	Colmo
					kg				%	
2	1,25	1	67,0	348,9	7,1	521,0	7,10	36,96	0,75	55,19
2	1,25	3	136,5	589,7	42,3	767,9	8,88	38,38	2,75	49,98
2	1,25	4	95,4	449,7	20,9	627,7	7,99	37,67	1,75	52,59
2	2,5	1	223,6	626,5	56,6	1507,4	9,26	25,95	2,34	62,44

2	2,5	3	425,5	627,4	42,1	1952,8	13,96	20,59	1,38	64,07
2	2,5	4	219,3	722,2	19,5	851,5	12,10	39,85	1,08	46,98
2	5	1	446,0	1278,7	41,0	1310,0	14,50	41,57	1,33	42,59
2	5	3	553,6	641,4	34,9	1944,8	17,44	20,20	1,10	61,26
2	5	4	871,1	891,9	43,7	1908,3	23,45	24,01	1,18	51,37
3	1,25	1	67,4	77,4	20,2	460,5	10,78	12,37	3,23	73,62
3	1,25	3	76,1	102,5	57,2	478,8	10,65	14,35	8,01	67,00
3	1,25	4	91,3	51,1	58,3	333,4	17,10	9,56	10,92	62,42
3	2,5	1	125,9	104,8	271,4	1701,8	5,71	4,76	12,32	77,22
3	2,5	3	235,7	289,8	265,2	1590,0	9,90	12,17	11,14	66,79
3	2,5	4	265,8	300,6	547,1	1528,9	10,06	11,37	20,70	57,86
3	5	1	208,0	344,8	826,7	2556,9	5,29	8,76	21,00	64,96
3	5	3	161,2	143,6	569,1	2158,7	5,32	4,74	18,77	71,18
3	5	4	398,8	176,5	709,8	2890,7	9,55	4,23	17,00	69,22

Apêndice 14. Dados individuais referentes aos consumos, digestibilidade e excreções de nitrogênio, Capítulo IV

Estádio	Trat	Bloco	CMS (g/dia)	CMO (g/UTM)	CMOD (g/UTM)	CMS (% PV)	DMO	N urina (g/dia)	N fezes (g/dia)	N excretado (g/dia)
2	1,25	1	976,0	39,5	31,7	1,57	80,3	5,45	5,69	11,14
2	1,25	3	907,1	50,7	40,4	2,25	79,7	7,26	5,24	12,51
2	1,25	4	666,5	33,8	27,0	1,45	80,8	4,58	3,68	8,26
2	2,5	1	1340,7	51,9	41,4	2,09	79,5	7,38	7,89	15,27
2	2,5	3	758,3	39,3	31,9	1,74	81,3	10,70	4,19	14,89
2	2,5	4	931,6	42,2	34,2	1,78	81,7	8,83	5,32	14,15
2	5	1	1255,1	47,4	39,2	1,89	81,8	8,61	7,35	16,65
2	5	3	1155,6	60,3	48,5	2,68	80,3	5,45	6,71	12,17
2	5	4	1361,0	61,9	51,3	2,64	82,8	9,98	8,02	18,00
3	1,25	1	1170,0	48,3	36,3	1,98	74,9	9,48	8,20	17,68
3	1,25	3	955,9	54,7	42,2	2,50	77,1	8,66	6,45	15,12
3	1,25	4	1171,1	59,0	45,7	2,59	77,3	7,98	8,21	16,19
3	2,5	1	1016,3	41,6	29,7	1,59	71,0	6,00	7,38	13,39
3	2,5	3	1100,6	59,6	44,1	2,50	74,1	8,82	8,11	16,93
3	2,5	4	915,3	41,2	29,7	1,63	71,7	9,20	6,52	15,72
3	5	1	968,1	38,5	26,6	1,45	69,2	7,62	6,99	14,61
3	5	3	956,0	48,1	33,7	1,96	70,2	8,65	6,88	15,53
3	5	4	885,9	41,1	28,8	1,64	70,3	9,86	6,28	16,13

Apêndice 15. Comandos do SAS referente à análise de interação entre estádio e ano para os parâmetros de digestibilidade e consumo de nutrientes, Capítulo II

```

data artigo um tese;
input ano estadio trat DMO DFDN      DHEM DCEL CMO CFDN PDR CMOD CMSPV
CFDNPV PDRMOD EM CEM
;
cards;
1      3      1.5      61.69 53.06 52.70 62.47 39.11 25.17 3.932 24.12 1.644
0.989 16.30 10.06 0.243
1      3      1.5      60.06 52.02 54.93 58.23 35.24 22.71 3.540 21.17 1.504
0.906 16.72 9.79 0.207

```

1	3	1.5	62.29	52.79	57.75	60.77	36.53	23.46	3.683	22.75	1.501
		0.901	16.18	10.15	0.231						
1	3	1.5	61.71	53.34	58.38	60.53	34.82	22.43	3.510	21.48	1.511
		0.909	16.34	10.06	0.216						
1	3	2	58.68	44.63	48.07	53.44	38.79	24.11	3.970	22.77	1.654
		0.960	17.44	9.57	0.218						
1	3	2	59.18	50.90	56.62	56.58	44.70	28.59	4.579	26.45	1.949
		1.165	17.31	9.65	0.255						
1	3	2	61.82	51.37	56.65	55.86	41.54	26.14	4.372	25.68	1.803
		1.062	17.02	10.08	0.259						
1	3	2	64.98	54.25	56.88	61.03	39.16	24.13	4.081	25.45	1.753
		1.011	16.04	10.59	0.270						
1	3	2.5	56.07	42.36	47.52	48.51	45.11	27.26	4.974	25.29	1.960
		1.107	19.67	9.14	0.231						
1	3	2.5	59.17	46.40	53.64	49.72	44.21	27.14	4.558	26.16	1.893
		1.090	17.43	9.64	0.252						
1	3	2.5	59.49	44.92	51.26	47.30	41.00	23.87	4.153	24.39	1.736
		0.949	17.03	9.70	0.237						
1	3	2.5	58.47	43.95	53.05	46.63	42.47	24.71	3.845	24.83	1.752
		0.961	15.48	9.53	0.237						
1	3	3.1	61.67	51.62	58.57	56.72	52.38	31.91	5.162	32.31	2.217
		1.267	15.98	10.05	0.325						
1	3	3.1	63.89	52.81	57.38	58.67	43.97	26.07	4.346	28.09	1.799
		1.001	15.47	10.41	0.293						
1	3	3.1	57.07	42.57	47.97	49.73	40.53	23.56	4.238	23.13	1.694
		0.924	18.32	9.30	0.215						
1	3	3.1	56.91	42.74	54.85	40.11	45.96	27.72	4.503	26.15	1.944
		1.102	17.22	9.28	0.243						
2	2	1.5	80.19	83.13	82.94	88.36	32.29	21.92	5.290	25.89	1.425
		0.880	20.43	13.07	0.338						
2	2	1.5	89.46	92.94	93.07	95.62	30.10	20.02	5.402	26.93	1.345
		0.812	20.06	14.58	0.393						
2	2	1.5	77.64	80.23	78.11	86.43	35.82	24.34	5.856	27.81	1.600
		0.989	21.06	12.66	0.352						
2	2	1.5	72.32	75.68	76.35	81.73	34.75	23.59	5.671	25.13	1.563
		0.965	22.57	11.79	0.296						
2	2	2	80.61	84.91	84.53	90.73	34.83	22.94	6.350	28.07	1.576
		0.940	22.62	13.14	0.369						
2	2	2	78.93	80.96	81.56	85.99	44.31	29.99	7.343	34.98	2.011
		1.238	20.99	12.87	0.450						
2	2	2	75.49	78.54	78.27	85.57	44.62	30.26	7.377	33.68	1.997
		1.231	21.90	12.30	0.414						
2	2	2	80.40	82.92	82.75	87.80	41.18	27.63	7.051	33.11	1.782
		1.085	21.30	13.10	0.434						
2	2	2.5	78.44	80.21	80.18	86.19	51.02	34.37	8.556	40.03	2.224
		1.360	21.38	12.79	0.512						
2	2	2.5	79.52	82.43	81.99	87.35	38.15	25.28	7.223	30.33	1.711
		1.030	23.81	12.96	0.393						
2	2	2.5	76.97	78.90	79.54	83.62	43.44	28.63	8.124	33.43	2.049
		1.218	24.30	12.55	0.419						
2	2	2.5	78.28	82.24	81.95	88.00	49.62	33.42	8.432	38.84	2.255
		1.379	21.71	12.76	0.496						
2	2	3.7	76.82	77.69	77.80	81.94	58.73	38.47	10.829		45.12
		2.575	1.523	24.00	12.52	0.565					
2	2	3.7	73.54	73.74	74.22	79.91	48.52	30.83	9.950	35.68	2.179
		1.248	27.88	11.99	0.428						
2	2	3.7	78.13	80.51	79.95	85.54	53.34	35.56	9.839	41.68	2.382
		1.442	23.61	12.73	0.531						
2	2	3.7	76.62	78.03	78.70	82.11	58.89	38.93	11.400		45.13
		2.631	1.568	25.26	12.49	0.564					

2	3	1.5	76.17	80.11	79.35	85.52	26.37	18.74	3.842	20.09	1.177
		0.781	19.13	12.42	0.249						
2	3	1.5	73.90	76.84	74.90	81.99	26.43	18.85	3.810	19.53	1.165
		0.775	19.51	12.05	0.235						
2	3	1.5	67.33	70.70	67.18	78.63	29.74	21.23	4.283	20.02	1.293
		0.861	21.39	10.97	0.220						
2	3	1.5	70.27	71.78	69.90	80.10	28.20	20.13	4.090	19.81	1.204
		0.802	20.64	11.45	0.227						
2	3	2	68.69	68.45	65.66	76.04	33.82	24.10	4.923	23.23	1.553
		1.030	21.20	11.20	0.260						
2	3	2	65.08	64.55	62.24	72.31	36.19	25.82	5.238	23.55	1.604
		1.067	22.24	10.61	0.250						
2	3	2	74.56	74.00	72.34	79.62	39.96	28.50	5.760	29.79	1.734
		1.153	19.34	12.15	0.362						
2	3	2.5	76.03	78.59	76.42	83.54	41.10	29.28	5.999	31.25	1.734
		1.152	19.20	12.39	0.387						
2	3	2.5	64.96	62.14	61.05	71.53	44.20	31.49	6.388	28.71	1.931
		1.283	22.25	10.59	0.304						
2	3	2.5	68.50	69.63	68.54	76.51	41.53	29.79	6.107	28.44	1.821
		1.216	21.47	11.17	0.318						
2	3	2.6	71.94	73.11	71.75	81.38	40.92	28.86	6.375	29.44	1.830
		1.204	21.66	11.73	0.345						
2	3	2.6	67.41	67.58	65.37	75.28	48.98	34.77	7.244	33.02	2.104
		1.391	21.94	10.99	0.363						
2	3	2.6	71.69	73.86	72.24	80.55	39.35	28.15	6.123	28.21	1.737
		1.153	21.70	11.68	0.330						
2	3	2.6	69.28	69.30	66.35	77.00	51.38	36.65	7.435	35.59	2.158
		1.435	20.89	11.29	0.402						
3	1	1.5	87.89	87.40	89.33	95.10	22.23	10.61	5.044	19.54	1.079
		0.467	25.81	14.33	0.280						
3	1	1.5	84.90	81.81	83.29	92.68	22.67	10.51	5.175	19.25	1.094
		0.460	26.88	13.84	0.266						
3	1	1.5	87.25	86.49	88.05	93.69	21.16	10.12	4.816	18.47	1.053
		0.455	26.08	14.22	0.263						
3	1	1.5	85.77	84.43	85.44	92.28	24.14	11.43	5.501	20.70	1.139
		0.488	26.58	13.98	0.289						
3	1	2	83.71	81.96	84.55	92.93	28.74	13.59	6.454	24.06	1.400
		0.605	26.83	13.64	0.328						
3	1	2	83.48	82.54	84.12	91.40	28.43	13.59	6.463	23.74	1.359
		0.587	27.23	13.61	0.323						
3	1	2	85.22	83.43	83.33	92.09	30.05	14.39	6.871	25.61	1.492
		0.645	26.83	13.89	0.356						
3	1	2	85.31	83.21	83.84	91.66	28.35	13.47	6.395	24.19	1.357
		0.587	26.44	13.91	0.336						
3	1	2.5	84.01	84.22	85.87	91.55	34.59	16.57	7.907	29.06	1.692
		0.732	27.21	13.69	0.398						
3	1	2.5	83.50	83.81	84.86	90.20	34.18	16.02	7.920	28.54	1.640
		0.696	27.75	13.61	0.388						
3	1	2.5	84.86	83.93	83.19	92.53	34.38	15.99	7.930	29.18	1.632
		0.687	27.18	13.83	0.404						
3	1	2.5	86.28	85.22	86.33	92.40	32.75	15.24	7.512	28.26	1.628
		0.685	26.58	14.06	0.397						
3	1	2.95	78.23	76.98	77.32	85.33	51.83	23.31	11.794		40.55
		2.464	1.007	29.09	12.75	0.517					
3	1	2.95	77.70	73.55	73.97	86.05	44.07	18.74	10.289		34.24
		2.054	0.796	30.05	12.67	0.434					
3	1	2.95	77.99	71.53	71.29	84.50	47.12	20.39	10.804		36.75
		2.155	0.851	29.40	12.71	0.467					
3	1	2.95	81.86	76.06	77.39	87.12	43.46	18.57	9.979	35.57	2.036
		0.794	28.05	13.34	0.475						

```

3      2      1.5    85.77 86.06 87.24 91.07 26.92 16.85 4.044 23.09 1.201
0.676 17.52 13.98 0.323
3      2      1.5    85.00 86.23 86.21 91.08 26.44 16.56 3.973 22.47 1.231
0.694 17.68 13.86 0.311
3      2      1.5    80.41 81.98 82.99 88.21 24.97 15.62 3.746 20.08 1.185
0.667 18.65 13.11 0.263
3      2      1.5    83.16 83.37 83.54 89.64 25.88 16.22 3.891 21.52 1.201
0.677 18.08 13.55 0.292
3      2      2      80.59 79.28 80.26 87.88 33.18 20.73 4.980 26.74 1.530
0.861 18.62 13.14 0.351
3      2      2      83.82 84.11 84.21 90.34 35.48 22.19 5.329 29.73 1.576
0.888 17.92 13.66 0.406
3      2      2      79.86 79.39 78.34 86.93 34.48 21.62 5.184 27.53 1.565
0.882 18.83 13.02 0.358
3      2      2      80.85 81.46 81.20 86.70 34.46 21.59 5.175 27.86 1.598
0.901 18.58 13.18 0.367
3      2      2.5    80.02 79.71 81.17 84.43 41.36 25.90 6.265 33.10 1.850
1.043 18.93 13.04 0.432
3      2      2.5    78.75 79.91 79.84 85.62 43.34 27.15 6.522 34.13 2.018
1.137 19.11 12.84 0.438
3      2      2.5    83.21 83.48 83.60 88.97 44.21 27.70 6.643 36.79 2.013
1.135 18.06 13.56 0.499
3      2      2.5    78.93 80.68 82.36 84.32 42.80 26.81 6.425 33.78 1.942
1.095 19.02 12.87 0.435
3      2      4.3    79.33 78.86 80.25 83.85 67.09 42.04 10.629      53.23
3.057 1.722 19.97 12.93 0.688
3      2      4.3    79.82 77.87 79.62 82.02 68.26 42.31 10.428      54.49
3.203 1.793 19.14 13.01 0.709
3      2      4.3    80.35 79.86 80.04 84.93 84.32 52.92 12.791      67.75
3.862 2.183 18.88 13.10 0.887
3      2      4.3    83.28 81.49 82.36 86.77 71.01 43.70 10.816      59.14
3.316 1.837 18.29 13.57 0.803
;
proc glm;
class ano estadio;
model DMO DFDN      DHEM DCEL CMO CFDN PDR CMOD CMSPV CFDNPV PDRMOD EM
      CEM = ano estadio(ano) trat trat*estadio/ssl;
test h = ano e = estadio(ano);
run;

```

Apêndice 16. Comandos do SAS referente à análise de interação entre estádio e ano para os parâmetros consumo dos componentes morfológicos, Capítulo II

```

data artigo um tese;
input ano estadio trat Folha Colmo Infloresc
;
cards;
1      3      1.5    3.61 12.36 25.89
1      3      1.5    3.25 11.45 23.02
1      3      1.5    3.42 11.61 24.07
1      3      1.5    3.18 11.29 22.78
1      3      2      4.10 11.68 25.76
1      3      2      4.30 13.97 29.56
1      3      2      4.08 11.24 29.08
1      3      2      4.03 11.40 26.42
1      3      2.5    4.69 8.09 35.48
1      3      2.5    4.60 8.05 34.51
1      3      2.5    4.32 7.27 32.08
1      3      2.5    3.76 6.74 34.56
1      3      3      5.50 11.96 38.38

```



```

1      3      3      4.48  9.70  32.67
1      3      3      4.23  6.71  32.26
1      3      3      4.85  8.34  35.71
2      2      1.5    16.15 13.37  5.97
2      2      1.5    16.81 11.67  4.70
2      2      1.5    17.87 14.88  6.63
2      2      1.5    17.38 14.41  6.42
2      2      2       20.43 13.50  4.54
2      2      2       22.45 18.29  8.00
2      2      2       22.61 18.36  8.11
2      2      2       22.05 16.06  7.26
2      2      2.5    26.87 20.49  8.83
2      2      2.5    20.06 15.25  6.69
2      2      2.5    26.75 16.42  4.97
2      2      2.5    26.29 20.28  8.09
2      2      3       35.08 23.65  6.32
2      2      3       32.97 15.70  5.16
2      2      3       30.07 20.72  7.95
2      2      3       37.16 21.31  6.85
2      3      1.5    5.90  8.56  13.81
2      3      1.5    5.69  9.10  13.54
2      3      1.5    6.38 10.29 15.21
2      3      1.5    6.08  9.79  14.36
2      3      2       7.50 11.50 17.34
2      3      2       7.90 12.51 18.40
2      3      2       8.56 13.82 20.47
2      3      2.5    9.61 13.19 21.26
2      3      2.5    9.62 15.06 22.70
2      3      2.5    10.00 14.89 19.71
2      3      3       10.97 10.29 22.62
2      3      3       11.27 15.83 25.47
2      3      3       11.28 14.60 16.51
2      3      3       11.62 17.38 26.09
3      2      1.5    13.71 12.97  3.24
3      2      1.5    13.41 12.80  3.19
3      2      1.5    12.59 12.09  3.06
3      2      1.5    13.23 12.45  3.10
3      2      2       16.54 16.20  4.08
3      2      2       17.92 17.18  4.30
3      2      2       17.62 16.59  4.13
3      2      2       17.55 16.64  4.13
3      2      2.5    20.41 20.31  5.22
3      2      2.5    22.10 20.87  5.21
3      2      2.5    22.45 21.35  5.33
3      2      2.5    21.58 20.79  5.20
3      2      3       36.31 30.26  8.06
3      2      3       32.10 33.80  9.68
3      2      3       41.33 41.49 10.78
3      2      3       32.15 37.45  9.26

```

```
;
```

```
proc glm;
```

```
class ano trat estadio;
```

```
model Folha Colmo Infloresc = ano estadio(ano) trat trat*estadio/ss3;
```

```
test h = ano e = estadio(ano);
```

```
run;
```

Apêndice 17. Comandos do SAS referente à análise de contrastes ortogonais entre as equações lineares da relação entre o consumo de matéria orgânica e o nitrogênio fecal em cada estágio de maturidade, Capítulo III

```

data al; input Ano      Experimento Estadio      CMO      Nfecal;
datalines;
1      1      3      673.3 5.70
1      1      3      837.1 6.05
1      1      3      645.2 4.83
1      1      3      555.3 4.61
1      1      3      683.3 5.38
1      1      3      614.1 4.77
1      1      3      645.3 4.74
1      1      3      652.1 5.29
1      1      3      776.7 5.57
1      1      3      660.3 5.37
1      1      3      671.6 5.82
1      1      3      522.3 4.02
1      1      3      722.5 5.64
1      1      3      620.1 4.02
1      1      3      731.0 5.30
1      1      3      533.0 3.53
2      2      2      499.0 2.86
2      2      2      506.5 3.12
2      2      2      947.3 5.94
2      2      2      731.6 5.35
2      2      2      822.9 5.09
2      2      2      630.8 3.78
2      2      2      451.6 1.91
2      2      2      563.6 3.37
2      2      2      800.2 5.08
2      2      2      563.8 3.79
2      2      2      901.4 5.99
2      2      2      534.6 3.67
2      2      2      662.5 4.50
2      2      2      679.4 3.75
2      2      2      706.4 4.84
2      2      2      508.0 3.99
2      3      3      563.4 3.54
2      3      3      365.1 2.28
2      3      3      380.3 2.11
2      3      3      433.5 2.88
2      3      3      675.0 3.65
2      3      3      512.4 3.83
2      3      3      653.0 4.39
2      3      3      764.5 5.76
2      3      3      602.5 3.05
2      3      3      446.1 3.14
2      3      3      572.4 3.57
2      3      3      446.4 2.73
2      3      3      855.2 5.56
2      3      3      374.3 1.74
2      3      3      610.3 4.38
3      4      1      401.2 2.80
3      4      1      643.5 5.97
3      4      1      261.5 1.38
3      4      1      270.4 1.70
3      4      1      416.0 2.89
3      4      1      326.1 2.34
3      4      1      233.1 1.23
3      4      1      432.4 2.95
3      4      1      575.5 5.57
3      4      1      353.0 2.52
3      4      1      648.8 6.13

```

```

3      4      1      309.4 1.78
3      4      1      360.7 2.15
3      4      1      333.5 2.10
3      4      1      557.1 4.27
3      4      1      342.8 2.33
3      5      2      462.0 2.87
3      5      2      633.1 3.61
3      5      2      416.0 1.91
3      5      2      359.9 1.92
3      5      2      975.7 6.68
3      5      2      589.9 4.22
3      5      2      896.8 5.26
3      5      2      553.6 2.87
3      5      2      643.0 3.50
3      5      2      629.0 4.34
3      5      2      506.8 3.26
3      5      2      474.4 3.00
3      5      2      320.1 2.24
3      5      2      1200.3      7.42
3      5      2      955.4 5.95
3      5      2      356.4 2.03
4      6      1      439.6 3.93
4      6      1      505.7 4.26
4      6      1      355.5 2.91
4      6      1      437.2 3.70
4      6      1      254.7 2.25
4      6      1      643.8 5.56
4      6      1      344.1 3.72
4      6      1      297.9 2.21
4      6      1      432.5 3.51
4      6      1      483.9 4.91
4      6      1      333.5 3.51
4      6      1      483.4 3.74
4      6      1      888.0 8.65
4      7      3      723.4 5.29
4      7      3      604.2 4.50
4      7      3      516.8 3.84
4      7      3      720.2 4.65
4      7      3      1139.4      7.49
4      7      3      670.5 5.07
4      7      3      566.1 4.24
4      7      3      677.1 4.75
4      7      3      530.2 3.15
4      7      3      490.3 3.63
4      7      3      769.3 6.12
4      7      3      512.5 3.37
4      7      3      777.9 5.26
4      7      3      439.1 2.71
4      7      3      517.4 4.58
;
proc print;
data a2; set a1;
Nfecal2=nfecal*nfecal;
proc sort; by estadio;
proc reg; by estadio;
model CMO=nfecal;
model CMO=nfecal nfecal2;
RUN;
proc glm data=a1;
  class estadio;
  model cmo = nfecal nfecal(estadio);

```

```

contrast 'estadio1 vs estadio2' nfecal(estadio) -1 1 0;
contrast 'estadio1 vs estadio3' nfecal(estadio) -1 0 1;
contrast 'estadio2 vs estadio3' nfecal(estadio) 0 -1 1;
estimate 'nfecal d. estadio1' nfecal(estadio) 1 0 0;
estimate 'nfecal d. estadio2' nfecal(estadio) 0 1 0;
estimate 'nfecal d. estadio3' nfecal(estadio) 0 0 1;
estimate 'estadio1(-1) vs estadio2' nfecal(estadio) -1 1 0;
estimate 'estadio1(-1) vs estadio3' nfecal(estadio) -1 0 1;
estimate 'estadio2(-1) vs estadio3' nfecal(estadio) 0 -1 1;
quit;

```

Apêndice 18. Comandos do SAS referente à análise Stepwise testando a inclusão dos conteúdos de FDN e FDA fecais nas equações de estimativa de consumo pelo nitrogênio fecal, Capítulo III

```

data al;
input Ano Experimento Estadio CMO Nfecal FDA FDN;
cards;
1 1 3 673.3 5.70 137.7 234.5
1 1 3 837.1 6.05 150.5 246.7
1 1 3 645.2 4.83 108.3 194.9
1 1 3 555.3 4.61 100.5 171.7
1 1 3 683.3 5.38 129.9 224.8
1 1 3 614.1 4.77 122.1 211.3
1 1 3 645.3 4.74 118.2 195.6
1 1 3 652.1 5.29 122.8 209.1
1 1 3 776.7 5.57 131.2 217.3
1 1 3 660.3 5.37 124.8 207.3
1 1 3 671.6 5.82 129.8 224.2
1 1 3 522.3 4.02 95.2 157.0
1 1 3 722.5 5.64 142.9 235.7
1 1 3 620.1 4.02 113.2 189.7
1 1 3 731.0 5.30 157.0 252.5
1 1 3 533.0 3.53 86.3 150.3
2 2 2 499.0 2.86 31.0 57.2
2 2 2 506.5 3.12 26.7 50.3
2 2 2 947.3 5.94 75.3 138.4
2 2 2 731.6 5.35 66.9 122.1
2 2 2 822.9 5.09 59.7 109.7
2 2 2 630.8 3.78 45.5 81.3
2 2 2 451.6 1.91 11.7 21.2
2 2 2 563.6 3.37 35.2 65.6
2 2 2 800.2 5.08 55.7 104.0
2 2 2 563.8 3.79 43.3 78.4
2 2 2 901.4 5.99 72.5 130.9
2 2 2 534.6 3.67 35.8 71.8
2 2 2 662.5 4.50 52.2 96.4
2 2 2 679.4 3.75 41.9 77.8
2 2 2 706.4 4.84 45.5 84.5
2 2 2 508.0 3.99 46.9 83.9
2 3 3 563.4 3.54 55.5 106.8
2 3 3 365.1 2.28 27.4 51.6
2 3 3 380.3 2.11 32.2 62.8
2 3 3 433.5 2.88 49.7 97.5
2 3 3 675.0 3.65 51.8 103.0
2 3 3 512.4 3.83 67.5 129.6
2 3 3 653.0 4.39 94.7 176.1
2 3 3 764.5 5.76 91.2 175.9
2 3 3 602.5 3.05 58.3 111.7
2 3 3 446.1 3.14 46.3 93.3

```

2	3	3	572.4	3.57	55.7	107.0
2	3	3	446.4	2.73	46.9	89.9
2	3	3	855.2	5.56	95.0	187.3
2	3	3	374.3	1.74	28.5	53.9
2	3	3	610.3	4.38	71.3	133.0
3	4	1	401.2	2.80	17.2	30.3
3	4	1	643.5	5.97	35.4	66.6
3	4	1	261.5	1.38	9.3	15.7
3	4	1	270.4	1.70	12.7	22.8
3	4	1	416.0	2.89	17.3	31.6
3	4	1	326.1	2.34	16.3	27.8
3	4	1	233.1	1.23	8.6	15.1
3	4	1	432.4	2.95	16.0	32.3
3	4	1	575.5	5.57	34.8	64.7
3	4	1	353.0	2.52	16.5	29.5
3	4	1	648.8	6.13	41.1	79.9
3	4	1	309.4	1.78	12.5	22.8
3	4	1	360.7	2.15	13.9	24.8
3	4	1	333.5	2.10	13.6	26.5
3	4	1	557.1	4.27	31.4	57.0
3	4	1	342.8	2.33	14.6	27.3
3	5	2	462.0	2.87	34.1	59.8
3	5	2	633.1	3.61	46.8	80.4
3	5	2	416.0	1.91	21.3	36.3
3	5	2	359.9	1.92	17.0	31.0
3	5	2	975.7	6.68	75.6	129.3
3	5	2	589.9	4.22	40.6	74.2
3	5	2	896.8	5.26	72.6	123.0
3	5	2	553.6	2.87	30.4	55.0
3	5	2	643.0	3.50	36.8	66.6
3	5	2	629.0	4.34	44.8	76.1
3	5	2	506.8	3.26	34.4	65.5
3	5	2	474.4	3.00	29.9	55.1
3	5	2	320.1	2.24	20.7	36.1
3	5	2	1200.3		7.42	84.0 151.7
3	5	2	955.4	5.95	61.5	108.8
3	5	2	356.4	2.03	20.5	37.1
4	7	3	723.4	5.29	114.5	198.0
4	7	3	604.2	4.50	88.3	150.8
4	7	3	516.8	3.84	72.5	128.7
4	7	3	720.2	4.65	112.8	195.1
4	7	3	1139.4		7.49	161.0 285.9
4	7	3	670.5	5.07	80.3	143.9
4	7	3	566.1	4.24	82.4	145.7
4	7	3	677.1	4.75	105.6	185.8
4	7	3	530.2	3.15	40.4	71.7
4	7	3	490.3	3.63	73.8	126.2
4	7	3	769.3	6.12	115.8	196.5
4	7	3	512.5	3.37	81.7	143.4
4	7	3	777.9	5.26	112.6	194.8
4	7	3	439.1	2.71	55.9	101.0
4	7	3	517.4	4.58	81.9	150.9;

```
proc print;
```

```
proc sort; by estadio;
```

```
proc stepwise; by estadio; model cmo=Nfecal FDN/forward sle=0.05;
```

```
proc stepwise; by estadio; model cmo=Nfecal FDN/maxr sle=0.05;
```

```
proc stepwise; model cmo=Nfecal FDN/forward sle=0.05;
```

```
RUN;
```

Apêndice 19. Comandos do SAS referente à análise de medidas repetidas no tempo dos dados da pastagem e desempenho animal, Capítulo IV

```

data al;
input estadio trat      bloco ofr tac altura mforr      gmd;
datalines;
1      1.25  1      1.12 38.5 21.4 1791.9      82.0
1      1.25  3      1.68 40.6 24.2 2315.1      46.6
1      1.25  4      1.53 42.6 18.0 2246.2      40.8
1      2.5   1 3.05 30.6 26.3 3490.1      194.7
1      2.5   3 2.73 21.2 29.5 3320.5      198.9
1      2.5   4 2.72 54.6 23.3 2016.7      201.3
1      5     1 5.55 41.6 32.2 2752.7      212.6
1      5     3 5.85 50.1 29.5 3228.6      216.8
1      5     4      6.81 46.4 29.4 3425.9      150.2
2      1.25  1      1.10 30.0 8.0      944.1      -128.4
2      1.25  3      1.03 40.5 11.0 1536.4      -62.5
2      1.25  4      1.61 35.3 10.0 1193.7      -118.1
2      2.5   1 1.95 31.8 14.0 2414.0      -63.9
2      2.5   3 2.13 52.0 16.0 3047.9      -41.7
2      2.5   4 2.56 49.1 17.0 1812.5      -48.6
2      5     1 3.76 36.6 27.0 3075.7      -6.9
2      5     3 5.27 26.1 19.0 3174.6      37.6
2      5     4 6.84 40.6 23.0 3715.0      41.7
3      1.25  1      1.72 101.9 8.9      625.5      12.8
3      1.25  3      2.00 119.0 7.9      714.6      37.9
3      1.25  4      1.16 84.8 9.5      534.1      75.8
3      2.5   1      3.40 60.5 15.8 2203.9      68.2
3      2.5   3      4.10 80.2 15.7 2380.7      83.3
3      2.5   4      3.45 59.9 17.2 2642.4      60.6
3      5     1      6.56 47.8 19.6 3936.4      30.3
3      5     3      6.90 64.5 18.1 3032.7      22.7
3      5     4      7.55 71.9 19.5 4175.8      75.8
;
PROC MEANS MEAN N STD STDERR CV MIN MAX;
RUN;
PROC MIXED DATA=al;
CLASS trat estadio bloco;
MODEL ofr      = trat estadio trat*estadio;
RANDOM bloco bloco*trat;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*trat;
LSMEANS trat estadio trat*estadio / pdiff adjust=tukey alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=trat);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=trat*estadio);
RUN;
PROC MIXED DATA=al;
CLASS trat estadio bloco;
MODEL tac      = trat estadio trat*estadio;
RANDOM bloco bloco*trat;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*trat;
LSMEANS trat estadio trat*estadio / pdiff adjust=tukey alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';

```

```

%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=trat);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=trat*estadio);
RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS trat estadio bloco;
MODEL altura = trat estadio trat*estadio;
RANDOM bloco bloco*trat;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*trat;
LSMEANS trat estadio trat*estadio / pdiff adjust=tukey alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=trat);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=trat*estadio);
RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS trat estadio bloco;
MODEL mforr = trat estadio trat*estadio;
RANDOM bloco bloco*trat;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*trat;
LSMEANS trat estadio trat*estadio / pdiff adjust=tukey alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=trat);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=trat*estadio);
RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS trat estadio bloco;
MODEL gmd = trat estadio trat*estadio;
RANDOM bloco bloco*trat;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*trat;
LSMEANS trat estadio trat*estadio / pdiff adjust=tukey alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=trat);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=trat*estadio);
RUN;

```

Apêndice 20. Comandos do SAS referente à análise de medidas repetidas no tempo dos dados de componentes morfológicos da planta, Capítulo IV

```

data a1;
input estadio tratamento bloco folhaskg mortokg inflorkg colmokg
folhacem mortocem inflorcem colmocem;
datalines;
2 1.25 1 67.0 348.9 7.1 521.0 7.10 36.96 0.75 55.19
2 1.25 3 136.5 589.7 42.3 767.9 8.88 38.38 2.75 49.98
2 1.25 4 95.4 449.7 20.9 627.7 7.99 37.67 1.75 52.59
2 2.5 1 223.6 626.5 56.6 1507.4 9.26 25.95 2.34 62.44

```

2	2.5	3	425.5	627.4	42.1	1952.8	13.96	20.59	1.38	64.07	
2	2.5	4		219.3	722.2	19.5	851.5	12.10	39.85	1.08	46.98
2	5	1	446.0	1278.7		41.0	1310.0		14.50	41.57	1.33
	42.59										
2	5	3	553.6	641.4	34.9	1944.8	17.44	20.20	1.10	61.26	
2	5	4	871.1	891.9	43.7	1908.3	23.45	24.01	1.18	51.37	
3	1.25	1	67.4	77.4	20.2	460.5	10.78	12.37	3.23	73.62	
3	1.25	3	76.1	102.5	57.2	478.8	10.65	14.35	8.01	67.00	
3	1.25	4	91.3	51.1	58.3	333.4	17.10	9.56	10.92	62.42	
3	2.5	1	125.9	104.8	271.4	1701.8	5.71	4.76	12.32	77.22	
3	2.5	3	235.7	289.8	265.2	1590.0	9.90	12.17	11.14	66.79	
3	2.5	4	265.8	300.6	547.1	1528.9	10.06	11.37	20.70	57.86	
3	5	1	208.0	344.8	826.7	2556.9	5.29	8.76	21.00	64.96	
3	5	3	161.2	143.6	569.1	2158.7	5.32	4.74	18.77	71.18	
3	5	4	398.8	176.5	709.8	2890.7	9.55	4.23	17.00	69.22	

;

PROC MEANS MEAN N STD STDERR CV MIN MAX;**RUN;****PROC MIXED** DATA=a1;

CLASS tratamento estadio bloco;

MODEL folhakg = tratamento estadio tratamento*estadio;

RANDOM bloco bloco*tratamento;

repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;

LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey

alpha=0.05;

ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;

RUN;

%include 'C:\pdmix800.sas';

%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);

%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);

%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);

%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);

RUN;**PROC MIXED** DATA=a1;

CLASS tratamento estadio bloco;

MODEL mortokg = tratamento estadio tratamento*estadio;

RANDOM bloco bloco*tratamento;

repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;

LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey

alpha=0.05;

ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;

RUN;

%include 'C:\pdmix800.sas';

%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);

%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);

%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);

%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);

RUN;**PROC MIXED** DATA=a1;

CLASS tratamento estadio bloco;

MODEL inflorkg = tratamento estadio tratamento*estadio;

RANDOM bloco bloco*tratamento;

repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;

LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey

alpha=0.05;

ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;

RUN;

%include 'C:\pdmix800.sas';

%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);

%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);

%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);


```

%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);
RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS tratamento estadio bloco;
MODEL colmokg      = tratamento estadio tratamento*estadio;
RANDOM bloco bloco*tratamento;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;
LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey
alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);
RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS tratamento estadio bloco;
MODEL folhacem     = tratamento estadio tratamento*estadio;
RANDOM bloco bloco*tratamento;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;
LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey
alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);
RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS tratamento estadio bloco;
MODEL mortocem     = tratamento estadio tratamento*estadio;
RANDOM bloco bloco*tratamento;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;
LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey
alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);
RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS tratamento estadio bloco;
MODEL inflorcem    = tratamento estadio tratamento*estadio;
RANDOM bloco bloco*tratamento;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;
LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey
alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);

```

```

RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS tratamento estadio bloco;
MODEL colmocem = tratamento estadio tratamento*estadio;
RANDOM bloco bloco*tratamento;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;
LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey
alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);
RUN;

```

Apêndice 21. Comandos do SAS referente à análise de medidas repetidas no tempo dos dados de consumo, digestibilidade e excreção de nitrogênio, Capítulo IV

```

data a1;
input estadio tratamento bloco cmsg cmo cmod cmspv dmo nurina
      nfezes nexcretado;
datalines;
2 1.25 1 976.0 39.5 31.7 1.57 80.3 5.45 5.69 11.14
2 1.25 3 907.1 50.7 40.4 2.25 79.7 7.26 5.24 12.51
2 1.25 4 666.5 33.8 27.0 1.45 80.8 4.58 3.68 8.26
2 2.5 1 1340.7 51.9 41.4 2.09 79.5 7.38 7.89 15.27
2 2.5 3 758.3 39.3 31.9 1.74 81.3 10.70 4.19 14.89
2 2.5 4 931.6 42.2 34.2 1.78 81.7 8.83 5.32 14.15
2 5 1 1255.1 47.4 39.2 1.89 81.8 8.61 7.35 16.65
2 5 3 1155.6 60.3 48.5 2.68 80.3 5.45 6.71 12.17
2 5 4 1361.0 61.9 51.3 2.64 82.8 9.98 8.02 18.00
3 1.25 1 1170.0 48.3 36.3 1.98 74.9 9.48 8.20 17.68
3 1.25 3 955.9 54.7 42.2 2.50 77.1 8.66 6.45 15.12
3 1.25 4 1171.1 59.0 45.7 2.59 77.3 7.98 8.21 16.19
3 2.5 1 1016.3 41.6 29.7 1.59 71.0 6.00 7.38 13.39
3 2.5 3 1100.6 59.6 44.1 2.50 74.1 8.82 8.11
16.93
3 2.5 4 915.3 41.2 29.7 1.63 71.7 9.20 6.52 15.72
3 5 1 968.1 38.5 26.6 1.45 69.2 7.62 6.99 14.61
3 5 3 956.0 48.1 33.7 1.96 70.2 8.65 6.88 15.53
3 5 4 885.9 41.1 28.8 1.64 70.3 9.86 6.28 16.13
;
PROC MEANS MEAN N STD STDERR CV MIN MAX;
RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS tratamento estadio bloco;
MODEL cmsg = tratamento estadio tratamento*estadio;
RANDOM bloco bloco*tratamento;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;
LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey
alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);

```

```

RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS tratamento estadio bloco;
MODEL cmo = tratamento estadio tratamento*estadio;
RANDOM bloco bloco*tratamento;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;
LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey
alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);
RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS tratamento estadio bloco;
MODEL cmod = tratamento estadio tratamento*estadio;
RANDOM bloco bloco*tratamento;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;
LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey
alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);
RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS tratamento estadio bloco;
MODEL cmspv = tratamento estadio tratamento*estadio;
RANDOM bloco bloco*tratamento;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;
LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey
alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);
RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS tratamento estadio bloco;
MODEL dmo = tratamento estadio tratamento*estadio;
RANDOM bloco bloco*tratamento;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;
LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey
alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);
RUN;

```

```

PROC MIXED DATA=a1;
CLASS tratamento estadio bloco;
MODEL nurina      = tratamento estadio tratamento*estadio;
RANDOM  bloco bloco*tratamento;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;
LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey
alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);
RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS tratamento estadio bloco;
MODEL nfezes      = tratamento estadio tratamento*estadio;
RANDOM  bloco bloco*tratamento;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;
LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey
alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);
RUN;
PROC MIXED DATA=a1;
CLASS tratamento estadio bloco;
MODEL nexcretado = tratamento estadio tratamento*estadio;
RANDOM  bloco bloco*tratamento;
repeated estadio/type=toep SUBJECT= bloco*tratamento;
LSMEANS tratamento estadio tratamento*estadio / pdiff adjust=tukey
alpha=0.05;
ods output diffs=ppp lsmeans=mmm;
RUN;
%include 'C:\pdmix800.sas';
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=estadio);
%pdmix800(ppp,mmm,alpha=0.05,sort=yes, SLICE=tratamento*estadio);
RUN;

```

Apêndice 22. Comandos do SAS referente à análise de linha quebrada do ganho de peso médio, Capítulo IV

```

data one;
input x y;
datalines;
1.31 -14.7
1.55 5.3
1.44 -4.0
2.78 62.5
2.96 76.6
2.90 67.6
5.24 76.1
5.98 90.8
7.06 87.8

```

```
;
data fill; * generates multiple x values to facilitate graph of
predicted values;
do x=1.31 to 7.06 by .001; y=.; output; end;
run;
data one; set one fill; run;
proc sort data=one; by x;
proc nlin data=one; *straight broken-line;
parameters L=7.0184 U=16.373 R=3.5;
z1= (x<R)*(R-x);
model y = L + U* (z1);
output out=ppp p=preddy;
run;
proc gplot;
title2 '2 linear broken lines';
goptions hpos=35 vpos=35 ftext=swiss;
symbol1 v=dot c=black;
symbol2 i=join v=none c=black;
plot y*x predy*x/overlay;
run;
```

8.0 VITA

Eduardo Bohrer de Azevedo, filho de Carlos Alberto de Azevedo e Elisabete Bohrer de Azevedo, nascido em 12 de abril de 1981, em Santa Maria – RS. Estudou no Colégio Boa Viagem (Recife - PE), Maria Imaculada (Porto Alegre - RS) e Sant'Anna (Santa Maria - RS) onde completou o primeiro grau em 1995 e no Colégio Objetivo (Santa Maria - RS), onde concluiu o segundo grau em 1998. Em 1999 ingressou no curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde, em 2000, começou a trabalhar como estagiário no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL) sob orientação do Prof. José Laerte Nörnberg, até metade de 2004. Formou-se Médico Veterinário em setembro de 2004. Em março de 2005, sob orientação do Prof. Jorge López e co-orientação do Prof. Harold Ospina Patiño, iniciou o curso de Mestrado em Produção Animal na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) como bolsista do CNPq, pelo qual obteve o título de mestre em Zootecnia em março de 2007. No mesmo mês, ingressou no curso de Doutorado em Produção Animal pela UFRGS sob a orientação da Profa. Vivian Fischer e co-orientação do Prof. César H.E.C. Poli. Com bolsa do CNPq, teve período sanduíche na Massey University da Nova Zelândia, sob a orientação do Prof. Steve Morris. Foi submetido à banca de defesa de Tese em abril de 2011.