

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

**EMISSÕES DE METANO E CONSUMO DE FORRAGEM POR OVINOS EM
SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA: EFEITO DO MÉTODO
DE PASTOREIO E DA INTENSIDADE DE PASTEJO**

JEAN VÍCTOR SAVIAN
Zootecnista/UFSM

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Zootecnia
Área de Concentração Plantas Forrageiras

Porto Alegre (RS), Brasil
Março de 2013

CIP - Catalogação na Publicação

Savian, Jean Victor

EMISSÕES DE METANO E CONSUMO DE FORRAGEM POR
OVINOS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA:
EFEITO DO MÉTODO DE PASTOREIO E DA INTENSIDADE DE
PASTEJO / Jean Victor Savian. -- 2013.

141 f.

Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2013.

1. Consumo de forragem. 2. Emissão de metano. 3.
Sistema de integração lavoura-pecuária. 4. Azevém
anual. 5. Ovinos. I. Carvalho, Paulo César de
Faccio, orient. II. Título.

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

JEAN VICTOR SAVIAN
Zootecnista

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM ZOOTECNIA

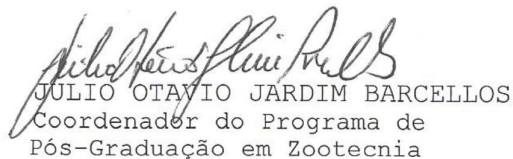
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 25.03.2013
Pela Banca Examinadora

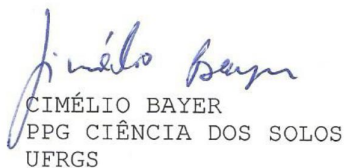


PAULO CESAR DE FACCIO CARVALHO
DEP. PLANTAS FORRAGEIRAS/UFRGS
Orientador

Homologado em: 17.05.2013
Por



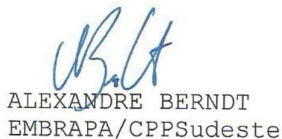
JULIO OTAVIO JARDIM BARCELLOS
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia



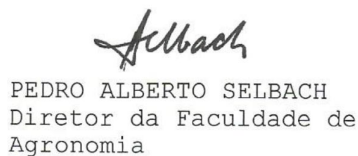
CIMÉLIO BAYER
PPG CIÊNCIA DOS SOLOS
UFRGS



TERESA CRISTINA MORAES GENRO
EMBRAPA/CPPSul



ALEXANDRE BERNDT
EMBRAPA/CPPSudeste



PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

*“A lição número um
Eu aprendi com meu pai
Quem não sabe pra onde vai,
Não vai a lugar nenhum”*

Destinos - Jayme Caetano Braun

DEDICATÓRIA

A minha família, aos meus pais Antoninha e Valdomiro e aos meus irmãos por sempre estarem presentes na minha vida, me incentivando a seguir em frente.

A minha namorada Danielle, por estar sempre presente em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e proteção.

Aos meus pais, Valdomiro e Antoninha Savian, aos meus irmãos por me incentivarem a chegar até aqui. A minha namorada Danielle pelo amor, carinho, ajuda e compreensão.

Ao Professor Paulo Carvalho pela confiança, amizade, oportunidades, ensinamentos.

A Cristiana Genro pelo apoio nos experimentos e amizade.

Ao professor Cimélio Bayer e ao Dr. Alexandre Berndt por suas disponibilidades e ajuda para que esse trabalho fosse desenvolvido.

Ao professor João Pedro Velho pelos ensinamentos, amizade e incentivo em fazer pós-graduação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Ao CNPq pela bolsa de Mestrado e a CAPES pela bolsa de Mestrado Sanduíche.

Aos colegas que ajudaram a “nível de campo”, Armindo, (foram 3 anos de ILP, nunca afroxando, pois o lema era “quem afroxa é fraco e fraco aqui não vigora”), gurizada da graduação, Marquinhos, Tibico, Dutra, Paulinho “Herói”, Vitor, Alemão, Ipe, Cuco, Marcela, Marcelo ...

A Carol que ajudou muito na estatística, ao Diego que me fez um costado na escrita, ao Dudu sempre com novas ideias para contribuir.

Aos estagiário de fora da UFRGS, Radael, Thiago “Chaira”, Marco Antonio, Marciano “Carça”, Jean “Cabelo”, João “19”, João “Kombi”...

Ao Diego e a Gracélia (Grô) pela ajuda na minha chegada em Porto Alegre, me hospedando e sua casa, e pela amizade.

Aos colegas da Pós-Graduação, Felipe (Alemão), Glauca, Lidi, Mezalira, Raquel, Julio “fuca”, Azambuja, Fedrigo, Laion, Anschau, Chico Pfeifer, Chico, Renatinho, Olivier, Ian, Marcelo, Pablo, Igor, Taise, Tiagão, Batoré, Neves ...

Ao colegas Argentinos, Jose, Karen, Laura, Federico, Marichu pelo apoio e amizade quando morei em Tandil. Muchas gracias.

Às funcionárias do Laboratório de Nutrição Animal, Mônica e Andressa.

Aos servidores da UFRGS, à Ione (secretária), e os funcionários da Estação Experimental Agrônômica.

Emissões de metano e consumo de forragem por ovinos em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do método de pastoreio e da intensidade de pastejo¹

Autor: Jean Victor Savian

Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho

Resumo: Objetivou-se avaliar como diferentes estratégias de manejo do pasto de azevém anual interferem na produção animal, no consumo de forragem e na emissão de metano por ovinos em sistema de integração lavoura-pecuária (SILP) (Capítulo II). Já no Capítulo III objetivou-se avaliar as técnicas dos n-alcanos e do nitrogênio fecal na estimativa do consumo de forragem por ovinos em pastos de azevém anual. Os experimentos foram conduzidos nos anos de 2011 e 2012 na Estação Experimental da UFRGS. Foram utilizados ovinos em um SILP de soja e milho no verão, em rotação com azevém anual no inverno. Para ambos os Capítulos (II e III) foram estudados dois métodos de pastoreio (contínuo e rotativo) e duas intensidades de pastejo (moderada e baixa; 2,5 e 5 vezes o potencial de consumo de matéria seca, respectivamente) em um delineamento de blocos casualizados com 3 repetições. Para o Capítulo II, no primeiro experimento os animais experimentais eram cordeiros, enquanto no segundo foram ovelhas em lactação. Os resultados indicaram que o ganho médio diário (GMD) dos cordeiros foi maior ($P < 0,05$) no método de pastoreio contínuo que no método de pastoreio rotativo, independente da intensidade de pastejo. O ganho de peso vivo por área (GPV) apresentou a mesma resposta em ambos os experimentos, com maior GPV na intensidade de pastejo moderada ($P < 0,05$). No experimento 1, o consumo de matéria seca (CMS) foi maior para o método de pastoreio contínuo, enquanto no experimento 2 não houve diferenças entre métodos e intensidades. As emissões de CH_4 diárias por animal não diferiram entre tratamentos em ambos os experimentos ($P > 0,05$), porém, quando expressas em $\text{g CH}_4 \text{ kg GPV}^{-1}$ as emissões foram em média 15,33% maiores ($P < 0,05$) para o método de pastoreio rotativo, independente da intensidade de pastejo. Os resultados afirmam que as emissões de metano por animal não são afetadas pelos tratamentos impostos. Porém, do ponto de vista de sistema o método de pastoreio contínuo o mais eficiente, por apresentar menor emissão de metano por kg de ganho de peso vivo, independente da intensidade de pastejo. Para o Capítulo III, foram utilizados apenas cordeiros. Utilizou-se a metodologia dos n-alcanos e do nitrogênio fecal, por meio de coleta total de fezes com o auxílio de bolsas coletoras. Na avaliação entre os n-alcanos, verificou-se melhores resultados quando utilizando o par $\text{C}_{31}:\text{C}_{32}$. Para a metodologia do nitrogênio fecal, as equações propostas por Wang et al. (2009) e por Azevedo (2011) foram as melhores ($P < 0,05$). A técnica do nitrogênio fecal mostrou-se mais acurado do que o uso dos n-alcanos, que superestimou os valores de consumo.

Palavras chave: azevém anual, digestibilidade, gases de efeito estufa, hexafluoreto de enxofre, n-alcanos, nitrogênio fecal, oferta de forragem.

¹Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (139 p.) Março de 2013.

Methane emissions and forage intake by sheep on integrated crop-livestock system: effect of stocking method and grazing intensity¹

Author: Jean Victor Savian

Adviser: Paulo César de Faccio Carvalho

Abstract: The aim of this study was to evaluate how different management strategies of Italian ryegrass affects animal production, forage intake and methane emissions by sheep in integrated crop-livestock system (ICLS) (Chapter II). In Chapter III, we aimed to evaluate the techniques of n-alkanes and fecal nitrogen in estimating forage intake by sheep grazing on ryegrass. The experiments were conducted in 2011 and 2012 at the UFRGS Experimental Station. The ICLS soybeans and corn crops in summer, in rotation with grazed Italian ryegrass in winter. For both chapters (II and III) two stocking methods (continuous or rotational) and two grazing intensities (moderate and low, 2.5 and 5 times the potential dry matter intake, respectively) were studied in a randomized block design with three replications. In Chapter II, in the first experiment, the experimental animals were lambs, while in the second were lactating ewes. The results indicated that the average daily gain (ADG) of lambs was higher ($P < 0.05$) in the continuous method than in rotational grazing method, regardless of grazing intensity. The live weight gain per area (LWG) showed the same response in both experiments, with higher LWG values in moderate grazing intensity ($P < 0.05$). In experiment I, higher dry matter intake (DMI) values were obtained under continuous grazing, while in experiment II, there no differences between methods and intensities. CH_4 emissions per animal and per day did not differ between treatments in both experiments ($P > 0.05$), but when expressed in $\text{g CH}_4 \text{ kg}^{-1}$ LWG emissions were, on average, 15.33% higher ($P < 0.05$) for rotational grazing method, regardless of grazing intensity. Methane emissions per animal were not affected by the treatments applied. However, from system point of view, the continuous grazing method is more efficient, since lower methane emissions per kg of LWG, regardless of grazing intensity, were obtained. In Chapter III, were used only lambs. The methodologies of n-alkanes and fecal nitrogen, were applied through total collection with dung bags. In relation to n-alkanes, better results were obtained when using the pair $\text{C}_{31}:\text{C}_{32}$. For the methodology of fecal nitrogen, the equations proposed by Wang et al. (2009) and Azevedo (2011) were the best ($P < 0.05$). The technique of fecal nitrogen proved to be more accurate than the use of n-alkanes, which overestimated the intake.

Key words: digestibility, fecal nitrogen, forage allowance, greenhouse gases, Italian ryegrass, n- alkanes, sulfur hexafluoride.

¹Master of Science dissertation in Forrage Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (139 p.) March, 2013.

SUMÁRIO

1. CAPÍTULO I	14
1.1 INTRODUÇÃO GERAL	15
1.2 HIPÓTESES DE ESTUDO	17
1.3 OBJETIVOS	18
1.4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
1.4.1 O sistema de integração lavoura-pecuária (ILP)	19
1.4.2 Produção animal em sistema de pastejo.....	20
1.4.3 Como determinar o consumo de ruminantes em pastejo?	23
1.4.4 Gases de efeito estufa (GEE).....	26
1.4.5 Emissões de metano por ruminantes	27
2 CAPÍTULO II	32
Emissões de metano por ovinos em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do método de pastoreio e da intensidade de pastejo	32
2.1 Introdução.....	35
2.2 Material e Métodos	36
2.2.1 Área, delineamento experimental e animais.....	36
2.2.2 Condução da pastagem e amostragens no pasto	38
2.2.3 Produção animal.....	40
2.2.4 Consumo de forragem.....	41
2.2.5 Estimativas da emissão de metano	42
2.2.6 Análise estatística.....	43
2.3 Resultados.....	44
2.3.1 Parâmetros do pasto	44
2.3.2 Produção Animal	46
2.3.3 Consumo de matéria seca e emissão de metano.....	47
2.4 Discussão.....	49
2.4.1 Composição química e morfológica da forragem	49
2.4.2 Produção vegetal e animal	50
2.4.3 Consumo e emissão de metano	52
2.5 Conclusões.....	57
2.6 Referências	57
3 CAPÍTULO III	65
Comparação das técnicas do nitrogênio fecal e n-alcanos para estimativa do consumo de forragem por ovinos em pastejo	52
3.1 Introdução.....	68
3.2 Material e Métodos	69
3.2.1 Área, delineamento experimental e animais.....	69
3.2.2 Condução da pastagem e amostragens no pasto	70
3.2.3 Consumo de forragem.....	72
3.2.4 Análise estatística.....	75
3.3 Resultados.....	75
3.3.1 Parâmetro do pasto	76
3.3.2 Consumo de matéria seca observado	79
3.3.3 Consumo de matéria seca: NF e n-alcanos.....	79
3.3.4 Consumo de matéria seca: NF <i>versus</i> n-alcanos	82
3.4 Discussão.....	82

3.5	Conclusões.....	87
3.6	Referências	88
4	CAPÍTULO IV.....	94
4.1	Considerações finais	95
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
6	APÊNDICES.....	106
7	VITA	140

RELAÇÃO DE FIGURAS

Capítulo II. Emissões de metano por ovinos em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do método de pastoreio e da intensidade de pastejo.

Figura 1. Relação entre o consumo de matéria seca (CMS, g animal⁻¹ dia⁻¹) e a emissão de CH₄ (g animal⁻¹ dia⁻¹) por ovinos em pastos de azevém anual. Experimento 1 (♦) $y=0,007x+14,60$; $R^2=0,1819$; EPM=4,11; $P=0,0265$. Experimento 2 (Δ) $y=0,008x+25,20$; $R^2=0,2307$; EPM=7,63; $P=0,0006$ 53

Figura 2. Relação entre o consumo de matéria seca (CMS, g animal⁻¹ dia⁻¹) e a emissão de CH₄ CMS⁻¹ (g kg⁻¹) por ovinos em pastagem de azevém anual. Experimento 1 (♦) $y=-0,011x+32,76$; $R^2=0,3313$; EPM=4,06; $P=0,0011$. Experimento 2 (Δ) $y=-0,010x+41,84$; $R^2=0,5936$; EPM=4,13; $P<0,0001$ 55

Capítulo III. Comparação das técnicas do nitrogênio fecal e n-alcanos para estimativa do consumo de forragem por ovinos em pastejo

Figura 1. Relação entre o consumo de matéria seca (CMS) observado (g animal⁻¹ dia⁻¹) e o CMS estimado (g animal⁻¹ dia⁻¹) pela técnica do nitrogênio fecal (A) ((□) Peripolli et al., 2011; (○) Wang et al., 2009 e (▲) Azevedo, 2011) e pela técnica dos n-alcanos (B) ((□) Mayes et al., 1986 (C₃₁); (○) Mayes et al., 1986 (C₃₃); (▲) Aguiar et al., 2013 (1); (◇) Aguiar et al., 2013 (2); (Δ) Aguiar et al., 2013 (3); (●) Aguiar et al., 2013 (4)) por ovinos (n=72) em pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada). A linha sólida representa a equação quando $y=x$ 81

Figura 2. Relação entre o consumo de matéria seca (CMS) observado (g animal⁻¹ dia⁻¹) e o CMS estimado (g animal⁻¹ dia⁻¹) pela técnica dos n-alcanos ((▲) Aguiar et al., 2013 (3)) ($y=424,4+0,96x$; $R^2=0,608$) e pela técnica do nitrogênio fecal ((○) Wang et al., 2009) ($y=95,4+0,94x$; $R^2=0,879$) por ovinos (n=72) em pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada). A linha sólida representa a equação quando $y=x$ 82

RELAÇÃO DE TABELAS

Capítulo II. Emissões de metano por ovinos em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do método de pastoreio e da intensidade de pastejo.

Tabela 1. Composição morfológica (g kg MS ⁻¹) de pastos de azevém anual manejados em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).....	44
Tabela 2. Composição química (g kg MS ⁻¹) de pastos de azevém anual manejados em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada), obtida por simulação de pastejo.....	45
Tabela 3. Variáveis de pastos de azevém anual manejados em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).	46
Tabela 4. Variáveis de produção de ovinos em pastos de azevém anual manejados em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).....	47
Tabela 5. Consumo de matéria seca (CMS) e emissão de metano por ovinos em pastos de azevém anual manejados em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).....	48

Capítulo III. Comparação das técnicas do nitrogênio fecal e n-alcanos para estimativa do consumo de forragem por ovinos em pastejo

Tabela 1. Variáveis da estrutura de pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).....	76
Tabela 2. Composição morfológica (g kg MS ⁻¹) de pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).....	77
Tabela 3. Composição química de pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada), obtida por simulação de pastejo. ..	78
Tabela 4. Concentração de n-alcanos (mg kg MS ⁻¹) de pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada), obtida por simulação de pastejo.....	78
Tabela 5. Consumo de matéria seca (CMS, observado) (g animal ⁻¹ dia ⁻¹) e ganho médio diário (g animal ⁻¹ dia ⁻¹) por ovinos em pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).	79
Tabela 6. Validação do uso de equações com os marcadores n-alcanos e nitrogênio fecal para estimativa de consumo de forragem por ovinos (n=72) em pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).	81

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Descrição
AGV	Ácidos graxos voláteis
AIC	Akaike information criterion
AP	Altura do pasto
CA	Carga animal
CEB	Consumo de energia bruta
CH ₄	Metano
cm	Centímetro
CMO	Consumo de matéria orgânica
CMS	Consumo de matéria seca
CO ₂	Dióxido de carbono
CO ₂ eq.	Dióxido de carbono equivalente
DMO	Digestibilidade da matéria orgânica
DP	Desvio padrão
DVF	Duração de vida da folha
EB	Energia bruta
EPM	Erro padrão da média
ERE	Erro relativo da estimativa
FDA	Fibra em detergente ácido
FDA _f	Fibra em detergente ácido fecal
FDN	Fibra em detergente neutro
g	Gramas
GEE	Gases de efeito estufa
GMD	Ganho médio diário
GPV	Ganho de peso vivo
H ₂	Hidrogênio
ha	Hectare
Kg	Kilogramas
MF	Massa de forragem
mg	Miligramas
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
N ₂ O	Oxido nitroso
NF	Nitrogênio fecal
NT	Nitrogênio total
OF	Oferta de forragem
ORF	Oferta real de forragem
PB	Proteína bruta
PTF	Produção total de forragem
PV	Peso vivo
R ²	Coefficiente de determinação
SF ₆	hexafluoreto de enxofre
TA	Taxa de acúmulo
UA	Unidade amostral
UE	Unidade experimental

1. CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com dados do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) a agricultura contribui com 13,5% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE), e cerca de 50% de CH₄ e 60% de N₂O a partir de fontes antropogênicas (Smith et al., 2007). Estima-se que a contribuição da pecuária para as emissões globais de GEE são da ordem de 18% (FAO, 2006). Para Wang et al. (2013) durante as últimas décadas as concentrações atmosféricas de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e óxido nitroso (N₂O) tem aumentado na ordem de 0,8; 0,5 e 0,3% por ano, respectivamente.

Para que essas emissões sejam minimizadas, práticas de manejo na agricultura devem ser adotadas. No caso da agropecuária, recentes pesquisas têm reportado que sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) permitem um aumento da produtividade agrícola e pecuária de maneira sustentável com uma melhor utilização dos recursos ambientais. A FAO (2010) reconhece a ILP com um sistema produtivo sustentável, capaz de aumentar a produção de alimentos com responsabilidade ambiental, para alimentar a população mundial no futuro, estimada em 9 bilhões de pessoas em 2050.

Soussana et al. (2007) demonstraram que os aumentos nas emissões de óxido nitroso e metano pelo uso de nitrogênio para sustentar maior taxa de lotação, foram compensados pelo grande sequestro de carbono atmosférico para o solo, configurando essas áreas de pastagens como prováveis mitigadoras do efeito estufa.

Acredita-se que uma das melhores estratégias para mitigar a emissão de CH₄ pelos ruminantes, é o uso correto das pastagens (pressão de pastejo moderada), proporcionando maior fixação de carbono no solo e maior produção animal por área, reduzindo assim a emissão de CH₄ por kg de carne produzida.

Cardoso (2012) realizou um estudo simulando a emissão de GEE (CO₂ eq.) por bovinos em diferentes sistemas de produção no Brasil. O autor descreve valores da ordem de 28,1 kg CO₂ eq. para cada kg de carcaça produzida em um cenário de produção característico do Brasil (cenário 2: animais a pasto, com lotação de 1 unidade animal por ha). Enquanto que no Canadá, por exemplo, a emissão é da ordem de 22,0 kg CO₂ eq. para cada kg de carcaça produzida (Beauchemin et al., 2010), isso com certeza está atrelado a eficiência de produção, eficiência essa pouco observada em nosso País.

Além da intensidade de pastejo, a qualidade de dieta e a quantidade de alimento que está sendo consumido pelo animal é sem dúvida o principal fator desencadeador da emissão de metano individual. A literatura evidencia dados que variam entre 19,3 e 35,5 g CH₄ animal⁻¹ dia⁻¹ (Sun et al., 2012; Hammond et al., 2011; Ulyatt et al., 2005) para ovinos alimentados com diferentes pastos, variação essa devido principalmente a diferenças na qualidade da dieta e no consumo de forragem pelos animais.

A partir disso, evidencia-se a necessidade de conhecer o quanto os animais consomem de forragem em sistemas pastoris. Assim, técnicas como os n-alcanos e o nitrogênio fecal são necessárias para predição do consumo e

digestibilidade de animais em pastejo.

Para tanto, no Capítulo II foi avaliado como diferentes estratégias de manejo da pastagem de azevém anual interferem na produtividade do pasto, no desempenho animal, no consumo de forragem e na emissão de metano de ovinos em sistema de integração lavoura-pecuária. Já no Capítulo III visou avaliar as técnicas dos n-alcanos e do nitrogênio fecal na estimativa do consumo de forragem por ovinos em pastos de azevém anual, submetidos a diferentes métodos de pastoreio e intensidades de pastejo.

1.2 HIPÓTESES DE ESTUDO

Com o protocolo experimental adotado, testaram-se as seguintes hipóteses:

Diferentes métodos de pastoreio e intensidades de pastejo modificam a estrutura do pasto de azevém anual, conseqüentemente alteram o consumo de forragem e a emissão de metano por ovinos em sistema de integração lavoura-pecuária.

A técnica do nitrogênio fecal e dos n-alcanos podem ser utilizadas para estimar o consumo de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) por ovinos em pastejo.

1.3 OBJETIVOS

Avaliar como diferentes estratégias de manejo do pasto de azevém anual interferem na produtividade de forragem, no desempenho animal, no consumo de forragem e na emissão de metano por ovinos em sistema de integração lavoura-pecuária.

Avaliar as técnicas dos n-alcanos e do nitrogênio fecal na estimativa do consumo de forragem por ovinos em pastos de azevém anual, submetidos a diferentes métodos de pastoreio e intensidades de pastejo.

1.4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.4.1 O sistema de integração lavoura-pecuária (ILP)

Os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) caracterizam-se pela combinação de agricultura e pecuária, em uma mesma área, em sucessão, estabelecida, com culturas anuais de grãos e pastagens anuais ou perenes (Carvalho et al., 2006). Estudos mais recentes aplicam uma nova definição para os sistemas integrados, caracterizado por sistemas planejados com intuito de explorar os sinergismos de propriedades emergentes, frutos de interações entre compartimentos solo-planta-animal-atmosfera em áreas que integram a produção agrícola e pecuária (Moraes et al., 2012).

Os sistemas integrados podem alcançar 2,5 bilhões de hectares no mundo, sendo responsáveis por mais de 50% da carne e 90% do leite consumidos (Keulen & Schiere, 2004), demonstrando o quão importante esses sistemas são para a agropecuária mundial.

Nas regiões centrais e oeste do Brasil, a ILP tem sido utilizada, principalmente, para fins de melhoria na produtividade das culturas de grãos, como alternativa de rotação de culturas e para a recuperação de solos, com lavouras e com pastos que se encontram degradados (Carvalho et al., 2010).

Dois dos Estados com maior produção de grãos se encontram no sul do Brasil, Paraná (PR) e Rio Grande do Sul (RS), em primeiro e terceiro lugar respectivamente, safra 2010/2011 (Conab, 2011). Nestes Estados a ILP vem crescendo, mas é um conceito ainda tratado com certa desconfiança pelos produtores, principalmente pelo fator da possível compactação do solo causada pelos animais em pastejo. Um exemplo disso ocorre no Estado do RS, onde 6,5 milhões de ha são ocupadas pelas culturas de verão, porém somente 930,1 mil ha são utilizadas na cultura de cereais de inverno para a produção de grãos (Conab, 2011) e o restante (5,5 milhões de ha) são deixadas em pousio ou semeadas com cereais de inverno destinados à cobertura de solo para os cultivos de verão (Carvalho et al., 2011).

O fator compactação é considerado relevante quando se trabalha com elevadas intensidades de pastejo, ou seja, menor oferta de forragem com maior número de animais no sistema (Carvalho et al., 2007). Entretanto apesar de haver compactação de solo com altas intensidades de pastejo (pasto manejado a 10 cm), essa por sua vez quando ocorre, tem um impacto superficial e logo revertido pelo ciclo da lavoura (Carvalho et al., 2011). Em intensidades de pastejo adequadas, além de se obter maior produção animal, se tem respostas positivas das características físicas, químicas e agregados do solo (Anghinoni et al., 2011). Souza (2008), afirma que o sistema de ILP com plantio direto em intensidades moderadas de pastejo, se apresenta com um modelo de manejo muito eficiente capaz de melhorar a estrutura do solo.

No sul do Brasil 14,9 milhões de ha são semeados com culturas anuais de verão, destes 12 milhões de ha se encontram em pousio no inverno, ou seja, as pastagens (principalmente, aveia preta e azevém anual) atuam somente como cobertura de solo. Isso se torna preocupante, pelo fato da baixa eficiência no uso terra. Com a utilização da ILP estas áreas podem se tornar

mais rentáveis quando utilizada de forma correta tanto com culturas de verão como com culturas de inverno. Apesar da pecuária ainda ser pouco utilizada nas áreas subsequentes ao cultivo de grãos, pode-se afirmar que o azevém anual se destaca como uma das principais forrageiras de inverno utilizada para pastejo de bovinos e ovinos no sul do Brasil. Esta espécie é capaz de se restabelecer por ressemeadura natural (Evers & Nelson, 2000), apresentar boa capacidade de produção de matéria seca (MS), principalmente na primavera, com alto valor alimentício (Santos et al., 2009).

Um conjunto de dados oriundos de dez anos de experimentação de uma área de ILP, com cultivo de soja no verão e a mistura de azevém anual e aveia preta no inverno, Carvalho et al. (2011) afirmaram que o pasto manejado com intensidades de pastejo moderada ou leve não afeta negativamente a lavoura de soja, e sim pelo contrário, a integração da produção animal com a lavoura de soja duplica os rendimentos do produtor na mesma unidade de área.

No cenário atual a sociedade exige cada vez mais sistemas agropecuários de produção sustentável. Recentes pesquisas têm reportado que sistemas com ILP permitem um aumento da produtividade agrícola e pecuária de maneira sustentável com uma melhor utilização dos recursos ambientais. A FAO (2010) reconhece a ILP como um sistema produtivo sustentável, capaz de aumentar a produção de alimentos com responsabilidade ambiental, para alimentar a população mundial no futuro, estimada em 9 bilhões de pessoas em 2050. O governo brasileiro também reconhece o potencial produtivo e conservacionista dos sistemas de ILP. Com incentivos de linhas de crédito rural específicos de sistemas de baixa emissão de carbono (Programa ABC) e investimento em grandes projetos de pesquisa, como o projeto PECUS coordenado pela EMBRAPA, objetivando produzir pesquisa e tecnologia para baixa emissão de carbono. Através destes incentivos o governo brasileiro objetiva cumprir o compromisso firmado na COP 15 em 2010 de reduzir entre 36,1 e 38,9 a emissão de CO₂ equivalente até 2020. A ILP é considerada como um dos principais modelos de produção responsáveis pelo cumprimento desta meta, contribuindo com uma redução entre 18 e 22 milhões de toneladas de equivalente CO₂ em pelo menos quatro milhões de hectares operando neste sistema (Anghinoni et al., 2011).

Os resultados de pesquisas com ILP são relativamente novos e poucos técnicos estão aptos a difusão desta tecnologia para os produtores rurais. O desafio assim passa a ser cada vez maior, em um primeiro momento deve-se buscar um treinamento dos extensionistas rurais e posteriormente a elaboração e execução de bons projetos de modelos de produção em propriedades rurais no campo. Assim teremos as metas governamentais atendidas e a melhoria da eficiência da produção de alimentos.

1.4.2 Produção animal em sistema de pastejo

A produção animal a pasto é resultado da eficiência de três processos: produção de forragem, conversão da forragem em produto animal e consumo de forragem (Valadares Filho et al., 2006), sendo esse controlado para o animal satisfazer suas necessidades nutricionais (Forbes, 1987) tanto

para o crescimento, manutenção e ou reprodução (Gordon, 1995). Sendo assim, o consumo voluntário de matéria seca é o principal determinante no consumo nutrientes digestíveis e metabolizáveis (Ospina & Prates, 1998), sendo esse fator responsável pelos resultados de desempenho animal, onde 60 a 90% das variações no desempenho são explicadas pelas variações correspondentes ao consumo e apenas 10 a 40% por variações correspondentes em digestibilidade do alimento (Mertens, 1994).

O consumo voluntário de forragem por ruminantes é limitado principalmente pela distensão ruminal, onde o fator que mais influencia nesse caso é a quantidade de carboidratos fibrosos na dieta, quanto maior a quantidade desse componente, menor é o consumo (Mertens, 1994). O autor assume que a fibra em detergente neutro (FDN) é o melhor preditor químico do consumo voluntário de matéria seca por ruminantes. O consumo de nutrientes pelos animais está diretamente relacionado com a maturidade da forragem e a concentração de nutrientes da forragem ingerida (Hodgson, 1990). À medida que a planta se aproxima do final de seu ciclo produtivo o teor de parede de celular aumenta, a lignina se acumula, limitando cada vez mais a concentração dos demais componentes (Minson, 1990).

Outros fatores de fundamental importância no entendimento do consumo de herbívoros em pastejo é a seleção da dieta e o comportamento ingestivo animal no ambiente pastoril (Prache et al., 1998), sendo esses influenciados também pela modificação da estrutura do dossel forrageiro, que é alterado pelo método de pastoreio e oferta de forragem (OF) considerados o principal fator determinante no manejo de forrageiras (Moot, 1960).

Diversos são os métodos de pastoreio que podem ser empregados em diferentes sistemas produtivos. No entanto os métodos de pastoreio contínuo e rotativo são os mais utilizados. O método de pastoreio contínuo, onde os animais permanecem na pastagem durante todo ciclo. Já o método de pastoreio rotativo, uma determinada área e subdividida em pequenos piquetes, em que os animais permanecem nestas subdivisões por um intervalo de tempo determinado e de curta duração (Carvalho et al., 2007). Posterior ao pastejo a subdivisão é mantida sem pastejo e a este período denomina-se como intervalo de descanso. Cada um dos métodos apresenta suas vantagens e desvantagens. No pastoreio contínuo o animal não tem restrição de deslocamento dentro da área de pastejo. Isto oportuniza ao herbívoro uma maior capacidade de seleção de estruturas do pasto de melhor qualidade, por consequência um maior desempenho individual. No método rotativo há uma elevada lotação instantânea nas subdivisões dos piquetes, em manejos onde os animais são obrigados a realizar desfolhas severas com poucas sobras de resíduos pós-pastejo, onde há uma restrição da seletividade do animal, e o desempenho individual é prejudicado. Alguns autores mencionam que a produtividade dos pastos pode ser maior em métodos rotativos, onde maior proporção de perfilhos são desfolhados, a estrutura é mais uniforme, e no período de descanso maior número de perfilhos tem oportunidade de crescer e produzir novos componentes morfológicos mais ativos fotossinteticamente resultando em maior produtividade de forragem. Diferentemente, no método contínuo, há uma maior heterogeneidade da estrutura do pasto, alternando áreas super-pastejadas e áreas não pastejadas, assim reduzindo a

produtividade média dos perfilhos (Parsons et al., 1988). Assim o método de pastoreio rotativo pode ocasionar uma maior produtividade animal, em resposta a um maior crescimento do pasto se aumentar a taxa de lotação, mesmo com uma restrição no ganho individual, o ganho por área pode ser maior. Em contra partida os gastos efetivos com mão-de-obra e infraestrutura (cercas e bebedouros) são mais elevados.

Apesar de todas estas vantagens e desvantagens descritas em alguns trabalhos, a comunidade científica mundial não questiona mais o assunto, tendo uma posição clara de que quando bem manejados não há diferença entre os métodos de pastoreio rotativo e contínuo. Ilustrando este cenário, Briske et al. (2008), em uma revisão sobre o referido assunto, avaliaram uma série de trabalhos em diferentes países, atestando que a produção vegetal é igual ou maior em pastoreio contínuo em comparação com pastoreio rotativo em 87% (20 de 23 ensaios) dos experimentos e a produção por animal e por área é igual ou maior na comparação do pastoreio contínuo com o rotativo em 92% (35 de 38 ensaios) e 84% (27 de 32 ensaios) dos experimentos, respectivamente.

De acordo com esse apanhado de resultados observamos que o método de pastoreio é somente mais uma ferramenta a ser utilizada de acordo com as condições que se encontra o sistema em questão. Para Carvalho et al. (2005) a intensidade de pastejo é o fator que parece ser a principal condicionante do impacto do animal no sistema, muito mais do que as demais ações de manejo.

Em baixa oferta de forragem (OF), maiores intensidades de pastejo, há uma alta utilização do pasto, mantendo o dossel com uma altura bastante reduzida, com baixa quantidade de área foliar, prejudicando a captação de luz e produção do pasto, além de dificultar o consumo dos animais, pela baixa massa de forragem apreendida por bocado, refletindo em uma penalização ao desempenho animal (Briske et al., 2008). Por outro lado, o aumento excessivo da OF também pode ser um fator prejudicial na ingestão de alimento pelos ruminantes, promovendo alteração na estrutura do pasto, uma maior massa de forragem ingerida por bocado, que dificulta a apreensão e manipulação do pasto, afetando negativamente a taxa de ingestão e prejudicando o desempenho animal (Gonçalves et al., 2009; Bremm, 2010).

Em moderadas OF o pasto é mantido com um dossel bastante folioso, com baixa proporção de colmos e material morto, com altura mediana capaz de proporcionar altas taxas de ingestão, que podem maximizar tanto a produtividade de forragem quanto a produtividade animal (Fonseca et al., 2012). Azevedo (2011) trabalhando com cordeiros em sistema de integração lavoura-pecuária, onde o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) era a forrageira em estudo, constatou que o consumo de MS é aumentado linearmente com o aumento da OF, em qualquer estágio do pasto (vegetativo, pré-florescimento e florescimento). O mesmo autor enfatiza que o consumo de nutrientes só aumenta quando o animal tem condições de selecionar componentes de maior qualidade. No estágio vegetativo pastos manejados em maiores OF de forragem, maior é a proporção de componentes estruturais no dossel forrageiro e menor a digestibilidade da MO e da FDN. Já quando pastos estão em estádios de pré-florescimento e de florescimento a estrutura dos

pastos é menos contrastante nas diferentes OF e os coeficientes de digestibilidade não são afetados.

Em pastagens nativas estes resultados são semelhantes. Trabalhos como o de Da Trindade (2009), avaliando novilhas em pastagem nativa do sul da Brasil com diferentes ofertas de forragem (4, 8, 12 e 16% PV), constatou que em OF moderadas (11% do PV) promovem elevada taxa de ingestão proporcionam elevado consumo. Entretanto, o aumento excessivo da OF é considerado prejudicial para o consumo diário de forragem pelos ruminantes, elevadas massas de forragem dificultam a apreensão e ingestão da forragem (Gonçalves et al., 2009).

Em baixas OF de forragem, como já mencionado anteriormente, o consumo de forragem pelos animais é afetado negativamente, devido principalmente pela baixa massa dos bocados. Como estratégia alimentar compensatória na tentativa de minimizar este baixo consumo por bocado os herbívoros aumentam a velocidade entre bocados, a taxa de bocados e, o tempo de colheita de forragem (Gordon & Lascano, 1993; Mezzalira, 2009), aumentam o tempo de pastejo (Carvalho et al., 1999) e de duração da refeição, diminuindo o tempo de ruminação (Baggio et al., 2009). Entretanto, o consumo diminui na medida em que a diminuição da massa de bocado não consegue ser compensada pelo aumento na taxa de bocado (Carvalho et al., 1999).

Estas diferenças entre OF refletem o desempenho dos animais. Amaral (2011) estudando a produção de cordeiros em pastagem de azevém anual em sistemas integrados constatou que intensidades de pastejo baixa (20,8% PV) proporcionam maior ganho médio diário (GMD), comparado com intensidades de pastejo moderada (12,4% PV), correspondendo a 127 g dia⁻¹ e 106 g dia⁻¹, respectivamente. O fato de haver maior desempenho animal, segundo a autora está relacionado à seletividade do alimento, pois com intensidades de pastejo baixas os animais conseguem selecionar mais folhas, resultando em consumo de partes da planta de melhor qualidade

1.4.3 Como determinar o consumo de ruminantes em pastejo?

Penning (2004) descreve que o consumo de alimento por ruminantes pode ser avaliado pela determinação da produção total de fezes e pela digestibilidade da dieta. Sendo que a produção fecal pode ser medida com o auxílio de bolsas coletoras de fezes. O autor ressalta que essa metodologia é considerada trabalhosa, pela grande quantidade de material a ser manipulado; afetar o comportamento animal durante o pastejo; impossibilidade de coleta em fêmeas, devido à mistura das fezes com a urina e a possibilidade de perda de material.

Por esse motivo vem-se estudando e aperfeiçoando metodologias que não necessitam de tanta mão-de-obra e que não sejam tão manipuladoras do comportamento dos animais em sistema de pastejo.

Uma das principais metodologias que é utilizada nesse sentido é o uso de marcadores de consumo e digestibilidade. Esses marcadores são substâncias indigestíveis, normalmente de fácil determinação (Warner, 1981). Um indicador para ser considerado ideal deve apresentar alguns pré-requisitos: não ser tóxico, não ter função fisiológica, não ser metabolizado, ser

completamente recuperado a partir do aparelho digestório e não ter influencia sobre a motilidade e secreção intestinal (Mayes et al., 1986).

Os indicadores podem ser classificados como internos representados por substancias indigestíveis presentes naturalmente na dieta: cinzas insolúveis em detergente ácido, lignina, fibra em detergente ácido indigestível, fibra em detergente neutro indigestível, n-alcenos (Berchielli et al., 2005) e nitrogênio fecal (Penning, 2004), ou externos, quando adicionados à dieta ou fornecidos via oral ou ruminal aos animais: óxido crômico (Cr_2O_2), lantanídeos (terras raras, principalmente Ytérbio), (Berchielli et al., 2005), n-alcenos sintéticos (Mayes et al., 1986) e a LIPE[®] (Rodríguez et al., 2006), principalmente.

A principal vantagem dos marcadores internos em relação aos marcadores externos é que esses já estão presentes no alimento, e permanecem distribuídos na digesta durante o processo de digestão e excreção (Piaggio et al., 1991).

Vários trabalhos descrevem metodologias distintas para estimativa do consumo e digestibilidade de forragem por ruminantes em pastejo. Nesse contexto, serão descritos somente alguns resultados das metodologias que serão utilizadas nesse trabalho.

Os n-alcenos vieram para substituir o óxido crômico (Rodríguez et al., 2006). Esses por sua vez são hidrocarbonetos alifáticos saturados das ceras da cutícula das plantas (Mayes & Lamb, 1986), os quais variam de 21 a 37 átomos de carbono em sua cadeia (Valadares Filho et al., 2006). Essa técnica é proposta por Mayes et al. (1986), onde os autores afirmam que o consumo voluntário de forragem é estimado utilizando uma combinação de um n-alceno interno e um externo.

O n-alceno par (C_{32} , principalmente) é o hidrocarboneto externo utilizado na estimativa de consumo de ruminantes. Esse n-alceno é combinado com um n-alceno ímpar, sendo geralmente C_{29} , C_{31} ou C_{33} , por serem os mais presentes nas ceras das plantas.

A combinação do par de n-alcenos $\text{C}_{33}:\text{C}_{32}$ é considerado eficaz na estimativa de consumo de ovinos alimentados com azevém perene (Mayes et al., 1986), de novilhas alimentadas com pastagem nativa (Da Trindade, 2010) e de terneiros alimentados com feno de azevém perene (Sánchez Chopa, 2012). O último autor citado ressalta que o par $\text{C}_{32}:\text{C}_{31}$ subestima os valores de consumo de matéria seca em 19,9%. Também, Morenz et al. (2006) estudando o CMS de vacas em lactação em pastejo, concluem que o par de n-alcenos $\text{C}_{32}:\text{C}_{33}$ é mais eficiente na determinação do consumo de forragem.

A relação a ser usada para o cálculo de consumo de forragem depende da quantidade do n-alceno encontrado no pasto, geralmente o n-alceno do pasto que se apresentar em maior quantidade é o melhor para se fazer a combinação com n-alceno dosado. Caso se utilize o n-alceno que está em pequena quantidade na forragem, o erro pode ser maior. Dove & Mayes (1991) recomendam que o n-alceno presente no pasto deve apresentar uma concentração mínima de 50 mg kg MS^{-1} para ser considerado eficiente na estimativa do consumo de forragem. Outro fato que é relatado por alguns autores, onde o fator mais importante para saber qual o par de n-alcenos deve ser utilizado para o cálculo é a recuperação fecal semelhantes entre n-alceno

dosado e o natural (Mayes et al., 1986; Dove & Mayes, 1991; Dove & Mayes, 1996; Berry et al., 2000).

Alguns autores concluem, que independente do par, os n-alcanos estimam com precisão o consumo e a digestibilidade da forragem por ruminantes em pastejo. Fato esse é confirmado por Alvarado (2001) estimando o consumo de MS e digestibilidade aparente da MS por ovinos em pastagem de agropiro (*Thinopyrum ponticum*) e Keli (2006) estimando o consumo de forragem por ovinos alimentados com feno de alfafa, feno de azevém (*Lolium rigidum*) e dietas contendo grão. Entretanto, Ferri et al. (2008), relata que aparentemente a técnica dos n-alcanos superestima o consumo de forragem por carneiros em pastejo (*Panicum coloratum* L.), o autor considera que esse fato pode ser devido a erros na amostragem do pasto.

Essa metodologia tem como principal vantagem o manuseio de pequena quantidade de material fecal (Ferreira et al., 2009), em uma única análise se determina o indicador externo e interno (Mayes et al., 1986), permite estimar a composição botânica da dieta (Dove & Mayes, 1991), não são substâncias nocivas. Entretanto, tem como principal desvantagens a amostragem da forragem (realizada por simulação de pastejo), pois é difícil saber exatamente o que o animal está consumindo, sabendo que a concentração de n-alcanos é variável entre espécies e entre partes morfológicas da planta e também ser considerada uma metodologia de alto custo comparada com as outras.

Outro marcador que vem se consolidando na determinação do consumo e da digestibilidade de animais em pastejo é o nitrogênio fecal (NF), esse por sua vez é um marcador interno. A digestibilidade e o consumo de forragem pelo animal é estimado através da relação com o conteúdo de nitrogênio das fezes. Para Boval et al. (1996) existe uma relação positiva entre a excreção de nitrogênio nas fezes e o consumo de matéria orgânica por ovinos.

A maior parte do nitrogênio encontrado nas fezes é de origem endógena (bactérias e descamações) e microbiana. Para Van Soest (1994), as bactérias contribuem com 85% do nitrogênio total presente nas fezes.

O NF tem como principais vantagens em relação aos demais marcadores: não é necessária amostragem do alimento (Ferri et al., 2008), não há necessidade de dosificar o marcador, se quantifica o consumo diretamente em função da equação proposta (Azevedo, 2011) e é considerada uma metodologia de baixo custo. Já a principal desvantagem está na necessidade da quantificação da produção total de fezes, onde essa é determinada por meio de bolsas coletoras de fezes (Penning, 2004) ou por meio de um marcador externo.

Wang et al., (2009) desenvolveram equações de regressão para estimativa da digestibilidade da matéria orgânica (DMO) usando o procedimento de modelos mistos não lineares. A equação gerada permitiu estimar a digestibilidade de diferentes forragens da região da Mongólia com adequada precisão. Peripolli et al. (2011) buscando validar o modelo não-linear proposto por Wang et al. (2009) também encontrou respostas positivas, com erro médio da estimativa de 0,0238, sugerindo a possibilidade de uma equação geral para estimativa da digestibilidade de forragens produzidas no Rio Grande

do Sul.

Azevedo (2011) utilizando ovinos em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) e David (2012) também utilizando ovinos, mas em pastagem de milheto (*Pennisetum americanum* L. Leeke), a partir de dados de avaliações em gaiolas metabólicas, geraram equações utilizando o NF para avaliações nutricionais de ovinos em pastejo, os autores comprovam a eficiência da utilização do NF como marcador nutricional em estudos com ovinos em pastagem de azevém anual e milheto. A acurácia da técnica do NF já foi comprovada anteriormente por Boval et al. (1996 e 2003).

Para Carvalho et al. (2007) não existe a melhor técnica para estimar o consumo de forragem por animais em pastejo, mas existe aquela, ou uma combinação de procedimentos, que melhor se ajuste à hipótese a ser testada.

1.4.4 Gases de efeito estufa (GEE)

O efeito estufa natural ocorre devido às concentrações de GEE na atmosfera antes do aparecimento do homem, sendo esse essencial para a existência da vida no planeta. Caso não houvesse esses gases na atmosfera, a temperatura média da Terra seria -18°C , o que inviabilizaria a vida atualmente existente (Carvalho et al., 2010a). Entretanto, existe uma grande preocupação com o aumento desses GEE na atmosfera, apesar de serem essenciais para a vida, esses são resultado de atividades antrópicas (induzidas pelo homem), as quais proporcionam alterações adicionais na atmosfera.

Os principais GEE são: dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), com potencial de aquecimento global 298 vezes maior que o CO_2 e metano (CH_4), com potencial de aquecimento 25 vezes mais que o CO_2 (IPCC, 2007). Durante as últimas décadas as concentrações atmosféricas de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) e óxido nitroso (N_2O) tem aumentado na ordem de 0,8; 0,5 e 0,3% por ano (Wang et al., 2013).

A agricultura contribui com 13,5% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) (IPCC, 2007), e cerca de 50% de CH_4 e 60% de N_2O a partir de fontes antropogênicas (Smith et al., 2007). Estima-se que a contribuição da pecuária para as emissões globais de GEE são da ordem de 18% (FAO, 2006).

No Brasil, conforme dados da Segunda Comunicação Nacional do Brasil à convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (2010), o setor agropecuário é o maior responsável pelas emissões de CH_4 (70,5% em 2005). A principal emissão é decorrente da fermentação entérica do rebanho de ruminantes (63% do total de CH_4 emitido no Brasil), quase toda referente ao rebanho bovino, o segundo maior rebanho do mundo (aproximadamente 209,5 milhões de cabeças). No setor agropecuário em específico, as emissões anuais de CH_4 entérico foram estimadas em 11,49 Tg, 94% do total das emissões de CH_4 do setor.

Ecossistemas pastoris, como o sistema de ILP vem se destacando no sentido de mitigar os GEE (FAO, 2010), além de não trazer malefícios, pode melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo (Carvalho et al., 2010), bem como aumentar os estoques de carbono no solo, dependendo da intensidade de pastejo (Franzleubbers, 2010) e melhorar a eficiência na

produção animal a partir do uso de pastagens em moderadas intensidades de pastejo.

1.4.5 Emissões de metano por ruminantes

Durante a fermentação anaeróbica dos carboidratos no rúmen, há formação de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico, principalmente), amônia e gases dióxido de carbono (CO_2) e CH_4 . Os AGCC compõem a principal fonte de energia para os ruminantes, suprindo 60 a 80% do requerimento energético (Furlan et al. 2006). Já o CH_4 representa uma das maiores fontes de perda dessa energia. Esses valores de perda da energia bruta consumida via CH_4 estão entre 2-15% (Johnson & Ward, 1996), entretanto, Ulyatt et al. (2005) descrevem valores entre 3,9 a 6,3%, Pinares-Patiño et al. (2003b) descrevem valores de 7,5%, Pinares-Patiño et al. (2003a) descrevem valores médios de 3,75% e 5,15% para ovinos considerados baixos e altos emissores, respectivamente, Ulyatt et al. (2002) descrevem valores entre 4,6 a 6,9% para ovelhas em lactação, todos esses trabalhos foram realizados com ovinos em pastejo. Em geral Pelchen & Peters (1998) descrevem 7,22% como valor médio de perda de energia via metano para diferentes categorias de ovinos.

O CH_4 é produzido pelos microrganismos metanogênicos presentes no rúmen, os quais utilizam o CO_2 e o hidrogênio (H_2) livres nesse ambiente. Para que ocorra uma digestão normal, a pressão de H_2 no rúmen deve ser baixa, sendo que isso só acontece quando os microrganismos metanogênicos utilizam esse H_2 para formar CH_4 , ou seja, a eliminação desse H_2 é de extrema importância para o animal. A maior parte desse CH_4 é eliminado via eructação. Murray et al. (1976), afirma que o CH_4 eliminado via flatulência é menor que 2% do total.

De acordo com Sejian et al. (2011) vários são os fatores que influenciam a emissão de CH_4 por ruminantes (Figura 1).

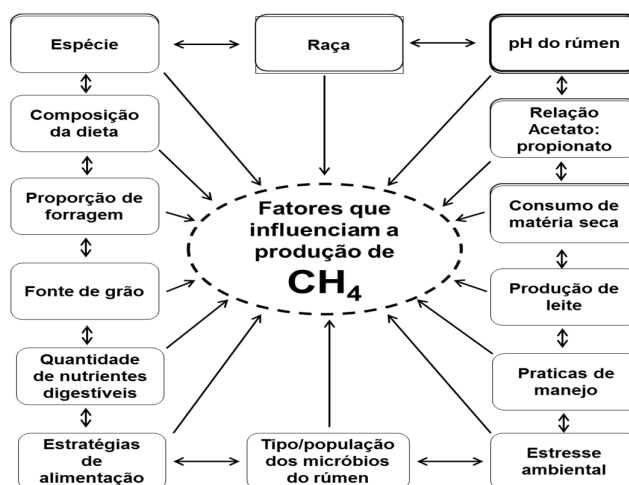


Figura 1. Fatores que influenciam a produção de CH_4 pela fermentação entérica (Sejian et al., 2011).

A qualidade e a quantidade de alimento ingerido pelos animais são os principais precursores da emissão de CH_4 . Quando se tem uma ração de boa qualidade a perda de energia via CH_4 é diminuída, isso pelo fato de que se tem um aumento na proporção de ácido propiônico e redução na concentração de ácido acético e ácido butírico. Já quando o animal consome um alimento de baixa qualidade, a emissão de metano aumenta, pela maior proporção de ácido acético em relação ao ácido propiônico (Johnson & Johnson, 1995). O outro fator é a quantidade de alimento consumido, ou seja, quanto maior o consumo, maior a emissão de CH_4 pelos ruminantes (Kurihara et al., 1999; Kebreab et al., 2010; Hammond et al., 2013).

Muitos trabalhos tem sido desenvolvidos para estudar a emissão de CH_4 por ruminantes, tanto em sistema intensivo como em sistemas de pastejo, evidenciando o quão cada sistema é eficiente ou não em mitigar os GEE.

Para mensurar a emissão CH_4 algumas técnicas são utilizadas. Em sistemas fechados, com câmaras respirométricas principalmente e em sistemas pastoris com o uso da técnica do hexafluoreto de enxofre (SF_6) proposta por Johnson et al. (1994). Esse traçador é colocado no rúmen do animal dentro de um tubo de permeação, que libera o SF_6 , sendo que a taxa de liberação do gás desse tubo é conhecida antes da inserção do traçador no rúmen do animal. Assim, assume-se nesse método que o padrão de emissão de SF_6 simule o padrão de emissão de CH_4 . Para Lassey et al. (2001) a técnica do traçador SF_6 é uma ferramenta válida para estimar as emissões de metano de ruminantes em pastejo.

Para o armazenamento dos gases utiliza-se o método mais tradicional que é a canga de "PVC". No entanto, a equipe do departamento de Física da Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA, Tandil, Argentina) desenvolveram uma técnica utilizando um tubo de aço inoxidável e o tubo capilar foi substituído por regulador de ingresso confeccionado de latão (Gere & Gratton, 2010) (Figura 2). Pinares-Patiño et al. (2010) realizaram experimento comparando o sistema tradicional (cangas de PVC) com o sistema utilizando tubos de aço inoxidável com período de coletas de 5 dias, e comprovaram que o sistema de coleta utilizando tubos de aço inoxidável é eficiente.

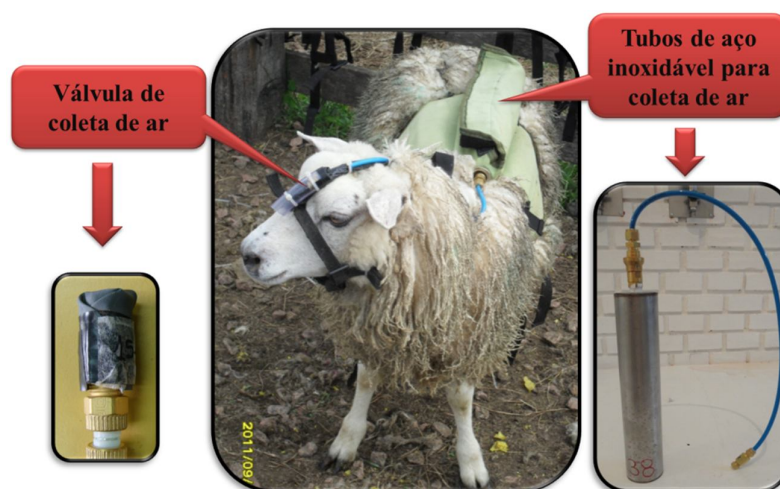


Figura 2. Sistema de coleta de gases para ovinos.

Em sistemas intensivos, vem-se estudando varias formas de diminuir a emissão de CH_4 com o uso de aditivos na dieta dos animais. Esses aditivos tem a função de auxiliar na melhoria da eficiência do metabolismo energético, alterando a proporção de AGCC produzidos no rúmen, pelo aumento da concentração de propionato e reduzindo a concentração de butirato e acetato, assim diminuindo a perda energética na forma de CH_4 (Bergen & Battes, 1984). Ponce et al. (2012), realizaram um experimento *in vitro*, avaliando o efeito de diferentes tipos de ionóforos na produção de CH_4 e concluíram que sua produção não é alterada pelos ionóforos quando comparado com o tratamento controle (sem ionóforo). Resultados semelhantes são descritos por Rivera et al. (2010), demonstrando que a emissão de CH_4 não é afetada com o uso de aditivos na dieta de bovinos.

Hulshof et al. (2012) estudando a adição de nitrato (22 g kg MS^{-1}) na dieta (60% de cana de açúcar e 40% de concentrado) de bovinos para diminuir a emissão de CH_4 , constataram que essa é reduzida em 32% quando utilizado nitrato na dieta, comparado com o tratamento controle (sem nitrato).

Alguns trabalhos tem utilizado taninos como alternativa para diminuir a emissão de CH_4 , na maioria, utilizando pastos que apresentam quantidades maiores desse composto. Beauchemin et al. (1996), utilizaram extrato de tanino da árvore de Quebracho (0, 1 e 2%) na dieta de bovinos e verificaram que a emissão de CH_4 não foi alterada pela inclusão de extrato (98,7; 99,1 e 99,7 $\text{g CH}_4^{-1} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente). Entretanto, Puchala et al. (2005), estudando a emissão de CH_4 de cabras consumindo uma espécie com tanino condensado (17,7% na MS) (*Lespedeza cuneata*) e a mistura de outras duas espécies (*Digitaria ischamum* e *Festuca arundinacea*) (0,5% de tanino condensado na MS), concluíram que animais consumindo o pasto com maior quantidade de tanino emitem menos CH_4 , comparado com animais consumindo a mistura das outras duas forragens (7,4 e 10,6 $\text{g CH}_4^{-1} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente). Apesar de existir essa diferença, os autores consideram que não é possível saber o quanto é a contribuição dos taninos nesse decréscimo na emissão de CH_4 .

Em revisão, Martin et al. (2010) cita vários trabalhos da literatura

testando alternativas para mitigar a emissão de CH₄ por ruminantes, onde o autor encontra resultados contraditórios para esse fim, alguns mostrando eficiência e outros mostrando ineficiência das alternativas testadas na diminuição da emissão de CH₄. O autor retrata ainda muitos experimentos apenas testando alternativas *in vitro*, e quando realizadas *in vivo* a maioria em sistemas de gaiolas de metabolismo, e muito poucos desses são empregados em sistema de pastejo.

As emissões médias de CH₄ (kg ano⁻¹) para diferentes espécies segundo o IPCC (2007) são da ordem de: 49 a 64 kg animal⁻¹ ano⁻¹ para bovinos, 5 kg animal⁻¹ ano⁻¹ para ovinos, 5 kg animal⁻¹ ano⁻¹ para cabras, 55 kg animal⁻¹ ano⁻¹ para búfalos, 20 kg animal⁻¹ ano⁻¹ para veados e 8 kg animal⁻¹ ano⁻¹ para alpacas.

Muitos trabalho na literatura evidenciam as emissões de CH₄, em diferentes sistemas de produção, com diferentes forragens e com diferente técnicas. Valores em g CH₄ dia⁻¹: de ovinos em câmaras respirométricas alimentados com azevém perene foram descritos por Sun et al. (2012) (22,7 g CH₄ animal⁻¹ dia⁻¹), Hammond et al. (2011) (24,5 g CH₄ animal⁻¹ dia⁻¹) e em sistema de pastejo por Ulyatt et al. (2005) trabalhando com ovinos alimentados com uma dieta de 70% de azevém perene, 10% de trevo branco e o restante de outras espécies (21,9 g CH₄ animal⁻¹ dia⁻¹), Pinares-Patiño et al. (2003a) também trabalhando com ovinos considerados baixos emissores em pastagem mista de azevém perene e trevo branco (28,8 g CH₄ animal⁻¹ dia⁻¹). Pelchen & Peters (1998) mostram um apanhado de dados da literatura (1137 observações) com ovinos de diferentes idades, consumindo diferentes espécies forrageiras em diferentes condições, que a emissão média de CH₄ para diferentes categorias é de 22,15 g animal⁻¹ dia⁻¹.

Quando esses valores são transformados para g CH₄ kg CMS⁻¹, podemos comparar com diferentes categorias e espécies de animais. Sendo que os valores médios descritos na literatura são da ordem de 22,4 g CH₄ kg CMS⁻¹ (Ulyatt et al., 2002) e 23,2 g CH₄ kg CMS⁻¹ (Pedreira et al., 2009) para vacas em lactação; 18,2 g CH₄ kg CMS⁻¹ (Hulshof et al., 2012), 18,8 g CH₄ kg CMS⁻¹ (Beauchemin et al., 2007) para bovinos de corte; 22,7 g CH₄ kg CMS⁻¹ (Ulyatt et al., 2002) para ovelhas em lactação; 21,7 a 27,0 g CH₄ kg CMS⁻¹ Hammond et al. (2013), 13,8 a 21,1 (Ulyatt et al., 2005), 21,4 a 25,6 (Sun et al., 2012) para ovinos machos; 6,9 a 16,2 (Puchala et al., 2005) para cabras.

Muitas são as estratégias ou tentativas de mitigar as emissões dos GEE. Como a maior parte da produção de ruminantes do Brasil é realizada em sistema de pastejo, estratégias como o uso de aditivos na dieta desses animais tornam-se inviáveis. E até em sistemas intensivos, Rivera et al. (2010) ressaltam que pesquisas devem ser realizadas para avaliar as vantagens e a relação custo/benefício do uso desses aditivos.

Acredita-se que a melhor estratégia para mitigar a emissão de CH₄ pelos ruminantes, é o uso correto das pastagens (pressão de pastejo moderada), proporcionando maior fixação de carbono no solo e maior produção animal por área, reduzindo assim a emissão de CH₄ por kg de carcaça produzida. Para Cottle et al. (2011) essa é a forma mais recomendada para expressar a emissão de CH₄.

Cardoso (2012) realizou um estudo simulando a emissão de GEE

(CO₂ eq.) por bovinos em diferentes sistemas de produção no Brasil. O autor descreve valores da ordem de 28,1 kg CO₂ eq. para cada kg de carcaça produzida em um cenário de produção característico do Brasil (cenário 2: animais a pasto, com lotação de 1 unidade animal por ha). Enquanto que no Canadá, EUA e Austrália, por exemplo, a emissão é da ordem de 22,0; 15,5 e 12 kg CO₂ eq. para cada kg de carcaça produzida, respectivamente (Beauchemin et al., 2010; Phetteplace et al., 2001 e Peters et al., 2010, respectivamente).

2 CAPÍTULO II

Emissões de metano por ovinos em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do método de pastoreio e da intensidade de pastejo¹

¹Artigo elaborado de acordo com as normas da revista Agriculture, Ecosystems & Environment (Apêndice 1)

Emissões de metano por ovinos em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do método de pastoreio e da intensidade de pastejo

Resumo: Dentre as diversas fontes com potencial impacto negativo sobre o meio ambiente, a emissão de metano de origem animal tem merecido destaque nos inventários do setor agropecuário. Buscar formas de mitigá-la, bem como compreender como sistemas integrados de produção agrícola e pecuária possam contribuir na redução dos gases de efeito estufa, é essencial para a criação de políticas públicas voltadas para a preservação ambiental. Assim, objetivou-se avaliar como as estratégias de manejo do pasto podem influenciar a produção animal e a emissão de metano em áreas de integração lavoura-pecuária. Os experimentos foram conduzidos nos anos de 2011 e 2012 na Estação Experimental da UFRGS, quando se estudou a produção da pastagem (*Lolium multiflorum* Lam.) e as emissões de metano de ovinos em um sistema que integra lavouras de soja e milho no verão, em rotação com azevém no inverno. Foram estudados dois métodos de pastoreio (contínuo e rotativo) e duas intensidades de pastejo (moderada e baixa; 2,5 e 5 vezes o potencial de consumo de matéria seca, respectivamente) em um delineamento de blocos casualizados com 3 repetições. No primeiro experimento os animais experimentais eram cordeiros, enquanto no segundo foram ovelhas em lactação. Os resultados indicaram que o ganho médio diário (GMD) dos cordeiros foi maior ($P < 0,05$) no método de pastoreio contínuo que no método de pastoreio rotativo, independente da intensidade de pastejo (150,25 versus 89,6 e 241,3 versus 209,3 g dia⁻¹, nos experimentos 1 e 2, respectivamente). Já o GMD das ovelhas não diferiu entre tratamentos ($P > 0,05$). O ganho de peso vivo por área (GPV) apresentou a mesma resposta em ambos os experimentos, com maior GPV na intensidade de pastejo moderada ($P < 0,05$). No experimento 1, o consumo de matéria seca (CMS) foi em média 21% maior para o método de pastoreio contínuo (1345,5 versus 1075 g dia⁻¹), enquanto no experimento 2 não houve diferenças entre métodos e intensidades. As emissões de CH₄ diárias por animal não diferiram entre tratamentos em ambos os experimentos ($P > 0,05$), porém, quando expressas em g CH₄ kg GPV⁻¹ as emissões foram em média 15,33% maiores ($P < 0,05$) para o método de pastoreio rotativo, independente da intensidade de pastejo (202,25 versus 171,25 g de CH₄ kg GPV⁻¹). Os resultados afirmam que as emissões de metano por animal não são afetadas pelos tratamentos impostos. Porém, do ponto de vista de sistema, a intensidade de pastejo moderada apresenta maior emissão de metano por área, sendo o método de pastoreio contínuo o mais eficiente, por apresentar menor emissão de metano por kg de ganho de peso vivo, independente da intensidade de pastejo.

Palavra Chaves: azevém anual, consumo de forragem, gases de efeito estufa, hexafluoreto de enxofre, integração lavoura-pecuária, pastejo.

**Methane emissions from sheep in integrated crop-livestock production:
effects of stocking methods and grazing intensities**

Abstract: Among the various sources with a potential negative impact on the environment, methane emissions of animal origin have been highlighted for the agricultural sector. Studies on means to mitigate these emissions, and understand how integrated crop and livestock production systems may contribute to the reduction of greenhouse gases, are essential for the creation of public policies for environmental preservation. The objective in this study was to evaluate how strategies for pasture management can influence animal production and emission of methane in areas of crop-livestock integration. The experiments were carried out in 2011 and 2012 at the Experimental Station of UFRGS, when we studied the production of pasture and methane emissions from sheep on a system that integrates crops of soybeans and corn in the summer, in rotation with Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) in winter. Two methods of grazing (continuous or rotational) and two grazing intensities (moderate and low, 2.5 and 5 times the potential dry matter intake, respectively) in a randomized block design with three replications were studied. In the first experiment, the experimental animals were lambs, while in the second were lactating ewes. The results indicated that the daily live weight gain (LWG) of lambs was higher ($P < 0.05$) in continuous compared to rotational grazing, regardless of grazing intensity (150.25 versus 89.6 and 241, 3 versus 209.3 g day⁻¹ in experiment 1 and 2, respectively). Ewe LWG did not differ ($P > 0.05$) between treatments. The live weight gain per area (LWGHA) showed the same response in both experiments, with higher LWGHA in moderate grazing intensity ($P < 0.05$). In experiment 1, the dry matter intake (DMI) was on average 21% higher for continuous grazing (1345.5 versus 1075 g day⁻¹), while in experiment 2, no differences between methods and intensities were seen. The CH₄ emissions per animal per day did not differ between treatments in both experiments ($P > 0.05$), but when expressed in g CH₄ kg⁻¹ LWG emissions were on average 15.33% higher ($P < 0.05$) for the rotational grazing independent of grazing intensity (171.25 g 202.25 versus CH₄ kg GPC⁻¹). The results show that methane emissions per animal were not affected by the treatments applied. However, from the point of view of system, the moderate grazing intensity has higher methane emissions per area. The continuous grazing method was therefore more efficient, presenting lower methane emissions per kg of live weight gain, regardless of the grazing intensity.

Keywords: forage intake, grazing, greenhouse gases, Italian ryegrass, sulfur hexafluoride.

2.1 Introdução

A agricultura contribui com 13,5% das emissões mundiais de gases de efeito estufa (GEE) (IPCC, 2007), e cerca de 50% de CH₄ e 60% de N₂O a partir de fontes antropogênicas (Smith et al., 2007). A pecuária contribui com 18% das emissões de GEE (FAO, 2006). No Brasil, conforme dados da Segunda Comunicação Nacional do Brasil à convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (2010), o setor agropecuário é o maior responsável pelas emissões de CH₄ (70,5% em 2005). A principal emissão é decorrente da fermentação entérica do rebanho de ruminantes (63% do total de CH₄ emitido no Brasil), quase toda referente ao rebanho bovino, o segundo maior rebanho do mundo. No setor agropecuário em específico, as emissões anuais de CH₄ entérico foram estimadas em 11,49 Tg, 94% do total das emissões de CH₄ do setor.

Dentre diversas tecnologias que estão sendo desenvolvidas e aprimoradas para mitigar os GEE, a FAO (2010) destaca o sistema de integração lavoura-pecuária, pelo menor uso de insumos, adequada proteção do solo e recursos hídricos, e por contribuir no aumento do sequestro de carbono atmosférico e incremento da biodiversidade e da resiliência. No Brasil esta técnica ainda tem encontrado resistência na adoção pelos produtores em função das incertezas com relação ao impacto dos animais sobre os atributos físicos do solo. Entretanto, resultados de pesquisa tem comprovado que os sistemas integrados, além de não trazer malefícios, podem melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo (Carvalho et al., 2010), bem como aumentar os estoques de carbono no solo, dependendo da intensidade

de pastejo (Franzleubbers, 2010).

Estudos quantificando o efeito do manejo da pastagem sobre as emissões de CH₄ ainda são recentes. Pinares-Patiño et al. (2007) avaliando o efeito de diferentes taxas de lotação (alta *versus* baixa) sobre a emissão de CH₄ por bovinos não observaram diferenças significativas, com emissões médias de 223 e 203 *versus* 242 e 200 g dia⁻¹ para baixa e alta lotação, respectivamente. Porém, Wims et al. (2010), demonstrou haver um reflexo da massa de forragem na entrada dos animais (1000 kg *versus* 2200 kg de MS/ha) sobre a produção de CH₄, em que maiores massas de forragem aumentam as emissões de CH₄ por vaca dia (+42g), por quilograma de leite produzido (+3,5 g kg⁻¹ de leite) e por quilograma de consumo (+3,1) quando comparado com baixa massa de forragem. Sugerindo que menores massas de forragem podem melhorar a qualidade da forragem com consequente redução na emissão de CH₄.

Embora esses estudos ilustrem haver um efeito do manejo da pastagem sobre a emissão de metano por animal e unidade de produção, ainda há uma grande carência de resultados sobre diversos sistemas de produção, particularmente sob a associação de oferta de forragem e método de pastoreio. Assim, objetivou avaliar se estratégias de manejo da pastagem podem contribuir para mitigar a emissão de metano sem comprometer a produção animal.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Área, delineamento experimental e animais

O experimento foi realizado na Estação Experimental Agronômica (EEA) pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), localizada no município de Eldorado do Sul, RS, Brasil (latitude 30°05'22" S e longitude 51°39'08" W e altitude de 46 m). O clima da região é subtropical úmido "Cfa", segundo a classificação de Köppen.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial (2x2) com três repetições. Os tratamentos consistiam em dois métodos de pastoreio (contínuo e rotativo) e duas intensidades de pastejo: oferta de forragem de 2,5 (moderada) e 5 (baixa) vezes o potencial de consumo de matéria seca (MS) dos animais (NRC, 2007). No Experimento 2 as ovelhas foram bloqueadas conforme o número de dias em lactação.

O solo da área experimental é do tipo Argissolo Vermelho Distrófico Típico. A área experimental tem 3,2 hectares (ha), sendo dividida em 12 poteiros (unidades experimentais, UE) que variavam entre 0,23 e 0,31 ha.

O protocolo experimental vem sendo conduzido desde 2003, consistindo de um sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), onde no verão/outono as culturas de soja e/ou milho são semeadas em plantio direto. No inverno/primavera, pastos de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) se estabelecem por ressemeadura natural e recebem 150 kg de nitrogênio ha⁻¹ na forma de uréia aplicada em cobertura em aplicação única.

Foram conduzidos dois experimentos no período hiberno-primaveril dos anos 2011 e 2012: no Experimento 1 os animais experimentais foram cordeiros; enquanto no Experimento 2 utilizou-se ovelhas lactantes. Em 2011 o início do pastejo se deu em 18 de junho e os animais saíram em 24 de outubro,

totalizando 122 dias de pastejo. Já o Experimento 2 apresentou um período de pastejo de 114 dias, com início em 11 de julho e fim do pastejo em 01 de novembro de 2012. Todos os parâmetros descritos a seguir referem-se a ambos os experimentos.

No Experimento 1 os animais utilizados foram cordeiros machos inteiros provenientes de cruzamento entre Texel e Ile de France, de idade média de onze meses e peso vivo médio de aproximadamente $35,0 \pm 4,0$ kg. No Experimento 2 foram utilizadas ovelhas em lactação, de cruzamento entre Texel e Suffolk, todas multíparas, com peso vivo de $59,5 \pm 6,0$ kg.

Cada potreiro (UE) continha três animais “testers” (unidades amostrais, UA) e animais reguladores de acordo com a meta de oferta de forragem, através da técnica “*put-and-take*” (Mott & Lucas, 1952). Os animais eram pesados no início de cada ciclo de pastejo, e para esse procedimento eram mantidos em jejum de sólidos e líquidos por aproximadamente 12 horas.

2.2.2 Condução da pastagem e amostragens no pasto

A duração de vida da folha (DVF) foi utilizada para se estabelecer a duração de cada ciclo de pastejo para o pastoreio rotativo. Ensaios de morfogênese foram conduzidos por Pontes et al. (2003), na mesma área experimental, que determinaram os valores de soma térmica que correspondem à DVF: 500 °C/folha para o período de junho a agosto; e 410 °C/folha para o período de setembro a novembro. Com isso se estabeleceu o número de dias de cada ciclo de pastejo para os potreiros com método de pastoreio rotativo, sendo: 36, 36, 28 e 22 dias no experimento 1, e 36, 28, 28 e

22 dias no experimento 2. Os poteiros de pastoreio contínuo receberam o mesmo protocolo, sendo que os animais permaneciam constantemente nas unidades experimentais durante cada ciclo de pastejo. Para a determinação dos sub poteiros (faixas) do método de pastoreio rotativo em faixas, foi dividido o comprimento de cada poteiro pelo número de dias do ciclo e depois dividido por dois, que é o número de dias que os animais permaneciam em cada faixa.

No início de cada ciclo de pastejo foi estimada a massa de forragem (MF) pela amostragem de seis cortes por unidade experimental, com auxílio de um quadrado metálico de 0,25 m² e corte do pasto em nível do solo. O material foi secado em estufa de ar forçado a 60°C durante 72 horas, e pesado. Posteriormente, realizou-se separação morfológica (folha, colmo, inflorescência e material morto) em amostras compostas por unidade experimental.

A estimativa de taxa de acúmulo (TA) dos poteiros de pastoreio contínuo foi realizada pelo uso de quatro gaiolas de exclusão de pastejo por unidade experimental (Klingman et al., 1943). Já nos poteiros de pastoreio rotativo se realizava dois cortes com quadros metálicos na segunda faixa de pastejo, e dois cortes na penúltima faixa de pastejo. Considerou-se a diferença como correspondente a taxa de acúmulo. Essas avaliações foram realizadas a cada ciclo de pastejo, com procedimentos de coleta e secagem semelhantes aos descritos para MF.

A oferta de forragem real (OFR, %PV) foi calculada conforme a equação: $OFR (\% PV) = ((MF/n + TAC)/TL) * 100$. Onde: MF=massa de forragem média de cada ciclo de pastejo (kg de MS ha⁻¹); n=número de dias do ciclo de pastejo; TA=taxa de acúmulo diária (kg de MS ha⁻¹); TL=taxa de lotação média

do ciclo de pastejo (kg de PV ha^{-1}).

A produção total de forragem (kg de MS ha^{-1}) foi obtida pelo somatório da MF inicial (início do experimento) com a TA de cada ciclo de pastejo. Em cada unidade experimental foi medida a altura do pasto em 150 pontos, sendo essa realizada com um bastão graduado (sward stick) (Barthram, 1985).

Para determinação da composição química da forragem foi utilizada a técnica de simulação de pastejo proposta por Johnson (1978), realizada nos dias de determinação do consumo. Foram avaliadas: matéria orgânica (MO); proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl, sendo obtida através do nitrogênio total (NT) $\times 6,25$; fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) segundo Van Soest & Robertson (1985). Já a energia bruta (EB) foi determinada por bomba calorimétrica.

2.2.3 Produção animal

A taxa de lotação (TL, kg PV ha^{-1}) foi calculada por meio da soma do peso médio dos animais “testers” e do peso dos animais reguladores multiplicado pelo número de dias que estes permaneceram na pastagem.

No Experimento 1 o ganho médio diário (GMD, $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) foi obtido pela diferença entre os pesos final e inicial dos animais testers, dividida pelo número de dias do período experimental. O ganho de peso por área (GPV, kg de PV ha^{-1}) foi obtido multiplicando-se a taxa de lotação média, expressa em animais ha^{-1} , pelo GMD dos animais testers e pelo número de dias de pastejo. No Experimento 2, as medições foram realizadas da mesma forma, porém, o

GMD foi considerado a soma do GMD das ovelhas e dos cordeiros. O GPV, por sua vez, foi determinado pela soma do desempenho das ovelhas e dos cordeiros.

2.2.4 Consumo de forragem

Para determinar o consumo de matéria seca (CMS) dos ovinos foram avaliados três animais testers de cada UE, utilizando-se a técnica dos n-alcenos. Os animais receberam pellets impregnados com dotriacontano (C_{32}), via oral, duas vezes por dia, as 08:00 e as 16:00, totalizando 10 dias de dosagem. Deste período, quatro dias foram considerados para adaptação e seis de coleta de fezes. A partir do quinto até o décimo dia de dosificação foram realizadas coletas de fezes *per rectum* de forma concomitante às dosificações do marcador. Para avaliar a concentração de n-alcenos no pasto, amostras foram obtidas via simulação de pastejo, segundo Johnson (1978). Essa simulação era realizada de forma simultânea a avaliação de consumo, no segundo e terceiro dias da coleta de fezes.

A determinação dos alcanos presentes na forragem e nas fezes seguiu protocolo proposto por Dove e Mayes (2006). A identificação e quantificação dos n-alcenos foram realizadas por meio de cromatografia gasosa (GC) usando cromatógrafo SHIMADZU GC-2010. O CMS foi estimado a partir da razão entre a concentração do n-alceno natural e o dosificado ($C_{31}:C_{32}$, respectivamente) obtidos nas amostras de forragem e fezes, de acordo com equação proposta por Mayes et al. (1986).

2.2.5 Estimativas da emissão de metano

Para quantificar a emissão de metano (CH_4) utilizou-se da técnica descrita por Johnson et al. (1994) empregando o traçador hexafluoreto de enxofre (SF_6). Para determinar a taxa de liberação dos tubos de permeação ($\text{SF}_6 \text{ dia}^{-1}$) foram calibradas por aproximadamente cinco semanas. Os tubos foram administrados nos animais, via oral para alocação no rúmen, 10 dias antes de iniciar o período de coleta de gases.

Para as coletas foram utilizados tubos de aço inoxidável para armazenamento dos gases, tubos esses previamente limpos com nitrogênio puro e esvaziados a vácuo. Um regulador de ingresso era calibrado para coletar ar num período de cinco dias (Gere & Gratton, 2010). No Experimento 1 foi realizada uma coleta de gás dos animais no quarto ciclo de pastejo. No Experimento 2 foram realizadas duas coletas, sendo uma no terceiro e outra no quarto ciclo de pastejo. O período dessas coletas foi escolhido para serem o mais próximo possível da quantificação do consumo de matéria seca pelos animais. Na área experimental foram colocados três tubos “brancos” para coleta do ar atmosférico, no intuito de corrigir os valores dos gases de interesse previamente existentes no ambiente.

Após a coleta dos gases, realizou-se a medida de pressão dos tubos e cada amostra foi diluída com nitrogênio, para então se medir novamente a pressão final. As concentrações de NH_4 e SF_6 foram avaliadas por cromatografia gasosa. A curva padrão foi calibrada utilizando-se padrões nas seguintes concentrações: 30, 100 e 1000 ppt de SF_6 e 5, 10 e 20 ppm de CH_4 .

Após as leituras, as concentrações de CH₄ e SF₆ foram corrigidas para diluição. A partir da taxa conhecida de liberação do traçador no rúmen, das concentrações de metano e do traçador nas amostras de gás medidas, o fluxo de metano liberado pelo animal foi calculado em relação ao fluxo de SF₆ da seguinte forma: $QCH_4 = QSF_6 \times ((CH_4 - CH_{4B}) / (SF_6 - SF_{6B}))$. Onde: QCH₄ é a taxa de emissão de metano em g dia⁻¹; QSF₆ é a taxa de liberação do SF₆ da cápsula de permeação; CH₄ e SF₆ são as concentrações medidas no tubo de aço inoxidável e CH_{4B} e SF_{6B} são as concentrações medidas no tubo coletor “branco”. Para todas as correlações com CH₄ foram utilizados dados individuais de cada animal.

2.2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) em nível de 5% de significância. Foram considerados como efeitos fixos os métodos de pastoreio e intensidades de pastejo, e como efeitos aleatórios os blocos e a interação entre métodos de pastoreio e intensidades de pastejo. Para as variáveis que foram avaliadas a cada ciclo de pastejo, esse efeito foi incluído no modelo como medida repetida no tempo. Quando detectadas diferenças entre tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05). Foram testadas regressões lineares, sendo o melhor modelo definido pelo maior coeficiente de determinação (R²), desde que significativo em nível de 5% de significância (P<0,05). Usou-se o pacote estatístico SAS versão 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2011).

2.3 Resultados

2.3.1 Parâmetros do pasto

Os parâmetros relacionados a composição morfológica do pasto mostraram interação apenas para as variáveis colmos+bainhas e material morto (Experimento 1) e inflorescências (Experimento 2) ($P < 0,05$). Nos experimentos 1 e 2, a massa de lâminas foliares foi maior na intensidade de pastejo moderada ($P < 0,05$). Já a massa de inflorescências (Experimento 1) foi maior na intensidade de pastejo baixa ($P < 0,05$). No Experimento 2, a massa de colmos+bainhas não diferiu entre tratamentos ($P > 0,05$), enquanto a massa de material morto foi maior no método de pastoreio contínuo ($P < 0,05$; Tabela 1).

Tabela 1. Composição morfológica (g kg MS^{-1}) de pastos de azevém anual manejados em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).

Variáveis	Contínuo		Rotativo		Média \pm EPM	P_I	P_M	$P_{I \times M}$
	Baixa	Moderada	Baixa	Moderada				
Experimento 1								
Lâminas foliares	202,4b	323,6a	256,2b	332,8a	278,8 \pm 15,0	<0,001	0,163	0,318
Colmos+bainhas	608,0a	483,8b	609,6a	575,7a	565,1 \pm 13,4	<0,001	0,004	0,004
Material Morto	92,4b	139,2a	54,7c	63,1bc	87,4 \pm 8,0	0,006	<0,001	0,044
Inflorescências	100,2a	53,3b	89,2a	24,0b	67,1 \pm 8,0	<0,001	0,125	0,471
Experimento 2								
Lâminas foliares	296,6b	334,7a	328,5b	361,1a	330,2 \pm 20,5	0,047	0,088	0,859
Colmos+bainhas	539,6	497,7	530,3	525,6	523,3 \pm 18,9	0,387	0,723	0,486
Material Morto	109,3a	117,7a	76,8b	81,4b	96,3 \pm 8,3	0,629	0,029	0,887
Inflorescências	54,6ab	50,0ab	64,4a	31,8b	50,2 \pm 8,2	0,008	0,454	0,030

P_I =probabilidade da intensidade de pastejo; P_M =probabilidade do método de pastoreio; $P_{I \times M}$ =probabilidade da interação entre intensidade de pastejo e método de pastoreio; EPM=erro padrão da média.

Médias seguidas de letras minúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Para todas as variáveis referentes a composição química do pasto não houve interação entre métodos de pastoreio e intensidades de pastejo

($P>0,05$). A variável MO foi maior para a intensidade de pastejo baixa no Experimento 1, e maior para o método de pastoreio contínuo no Experimento 2 ($P<0,05$). As variáveis PB, FDN, FDA e EB (Experimento 1) e PB, FDN e FDA (Experimento 2) não diferiram entre tratamentos ($P>0,05$). No Experimento 2, a variável EB foi maior para o método de pastoreio contínuo ($P<0,05$; Tabela 2).

Tabela 2. Composição química (g kg MS^{-1}) de pastos de azevém anual manejados em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada), obtida por simulação de pastejo.

Variáveis	Contínuo		Rotativo		Média \pm EPM	P_I	P_M	$P_{I \times M}$
	Baixa	Moderada	Baixa	Moderada				
Experimento 1								
MO	934,9a	930,8b	938,3a	928,4b	933,1 \pm 1,6	0,027	0,857	0,299
PB	138,5	141,0	118,5	127,2	131,3 \pm 4,5	0,531	0,082	0,722
FDN	585,7	606,8	606,3	613,9	603,2 \pm 4,5	0,092	0,102	0,396
FDA	301,9	311,2	325,8	318,4	314,3 \pm 4,1	0,898	0,067	0,291
EB	18,5	18,0	18,3	18,1	18,2 \pm 0,1	0,303	0,796	0,710
Experimento 2								
MO	907,2a	909,8a	903,1b	895,0b	903,8 \pm 2,1	0,307	0,006	0,065
PB	188,3	212,9	208,5	189,3	199,8 \pm 7,5	0,839	0,897	0,125
FDN	483,1	473,8	474,7	476,2	476,9 \pm 7,6	0,793	0,841	0,716
FDA	251,1	238,6	253,1	254,8	249,4 \pm 4,9	0,549	0,319	0,434
EB	17,8a	18,1a	17,8b	17,6b	17,8 \pm 0,08	0,549	0,030	0,084

MO=matéria orgânica (g kg MS^{-1}); PB=proteína bruta (g kg MS^{-1}); FDN=fibra em detergente neutro (g kg MS^{-1}); FDA=fibra em detergente ácido (g kg MS^{-1}); EB=energia bruta (MJ kg MS^{-1}); MS=matéria seca; MJ=megajoule; EPM=erro padrão da média; P_I =probabilidade da intensidade de pastejo; P_M =probabilidade do método de pastoreio; $P_{I \times M}$ =probabilidade da interação entre intensidade de pastejo e método de pastoreio. Médias seguidas de letras minúsculas na linha diferem pelo teste F ($P<0,05$).

As características estruturais e produtivas dos pastos de azevém anual foram semelhantes para os dois anos de avaliação (Experimento 1 e 2). Apenas a variável altura do pasto (AP) apresentou interação entre métodos de pastoreio e intensidades de pastejo ($P<0,05$) (Experimento 1 e 2). Houve efeito das intensidades de pastejo nas variáveis oferta real de forragem (ORF) e

massa de forragem (MF) ($P < 0,05$) (Experimento 1 e 2). Entretanto, a produção total de forragem (PTF) não diferiu entre tratamentos (Experimento 1 e 2) ($P > 0,05$), com média de $8320,8 \pm 371,6$ kg MS ha^{-1} no Experimento 1 e $8738,3 \pm 198,6$ kg MS ha^{-1} no Experimento 2 (Tabela 3).

Tabela 3. Variáveis de pastos de azevém anual manejados em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).

Variáveis	Contínuo		Rotativo		Média \pm EPM	P_I	P_M	$P_{I \times M}$
	Baixa	Moderada	Baixa	Moderada				
Experimento 1								
ORF	17,26a	9,03b	17,55a	9,72b	$13,39 \pm 0,7$	0,003	0,373	0,580
AP	21,52b	15,05d	24,58a	20,79c	$20,32 \pm 0,07$	<0,001	<0,001	<0,001
MF	2580,6a	1698,5b	2538,1a	2005,8b	$2254,8 \pm 122,7$	0,011	0,161	0,087
PTF	8961,3	6658,5	8537,0	8572,7	$8320,8 \pm 371,6$	0,129	0,295	0,119
Experimento 2								
ORF	18,1a	10,3b	16,5a	9,9b	$13,7 \pm 0,64$	<0,001	0,082	0,248
AP	20,61b	14,96c	22,75a	20,55b	$19,81 \pm 0,09$	<0,001	<0,001	<0,001
MF	2731,6a	2008,5b	2943,3a	2444,9b	$2532,1 \pm 121,3$	0,011	0,120	0,564
PTF	9045,7	8686,9	8978,8	8242,0	$8738,3 \pm 198,6$	0,217	0,548	0,656

ORF=oferta real de forragem (kg MS 100 kg PV^{-1}); AP=altura do pasto (cm); MF=massa de forragem (kg MS ha^{-1}); PTF=produção total de forragem (kg MS ha^{-1}); MS=matéria seca; PV=peso vivo; EPM=erro padrão da média; P_I =probabilidade da intensidade de pastejo; P_M =probabilidade do método de pastoreio; $P_{I \times M}$ =probabilidade da interação entre intensidade de pastejo e método de pastoreio.

Médias seguidas de letras minúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

2.3.2 Produção Animal

Não houve interação entre métodos de pastoreio e intensidades de pastejo ($P > 0,05$), para todas as variáveis apresentadas na Tabela 4. A taxa de lotação (TL) apresentou resposta igual nos dois anos de avaliação (Experimento 1 e 2), representada pelo efeito da intensidade de pastejo, com maior TL na intensidade de pastejo moderada, independente do método de pastoreio (baixa e moderada) ($P < 0,05$). O ganho médio diário (GMD) dos cordeiros foi maior para o método de pastoreio contínuo comparado ao método

de pastoreio rotativo, independente da intensidade de pastejo, nos dois experimentos (1 e 2) ($P < 0,05$). Já o GMD das ovelhas não diferiu entre tratamentos ($P > 0,05$). O ganho de peso vivo (GPV) apresentou a mesma resposta para ambos os experimentos (1 e 2), representada pelo efeito da intensidade de pastejo, com maior GPV na intensidade de pastejo moderada ($P < 0,05$; Tabela 4).

Tabela 4. Variáveis de produção de ovinos em pastos de azevém anual manejados em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).

Variáveis	Contínuo		Rotativo		Média ± EPM	P_I	P_M	$P_{I \times M}$
	Baixa	Moderada	Baixa	Moderada				
Experimento 1								
TL	888,3b	1091,3a	833,1b	1345,7a	1039,6 ± 63,6	0,010	0,262	0,097
GMD	152,1a	148,4a	103,1b	76,1b	121,0 ± 7,7	0,387	0,029	0,235
GPV	396,8b	556,0a	336,5b	468,2a	427,9 ± 32,0	0,005	0,064	0,677
Experimento 2								
TL	921,1b	1243,0a	1016,5b	1485,5a	1166,5 ± 46,6	0,001	0,067	0,729
GMD _{ovelhas}	25,8	-11,0	-18,6	-13,6	-4,3 ± 9,4	0,411	0,249	0,296
GMD _{cordeiros}	239,6a	243,0a	225,5b	193,1b	225,3 ± 7,9	0,107	0,010	0,063
GPV	394,7b	565,0a	461,2b	581,6a	500,6 ± 33,4	0,029	0,397	0,599

TL=taxa de lotação (kg PV ha⁻¹); GMD=ganho médio diário (g animal⁻¹ dia⁻¹); GPV=ganho de peso vivo (kg PV ha⁻¹); PV=peso vivo; EPM=erro padrão da média; P_I =probabilidade da intensidade de pastejo; P_M =probabilidade do método de pastoreio; $P_{I \times M}$ =probabilidade da interação entre intensidade de pastejo e método de pastoreio. Médias seguidas de letras minúsculas na linha diferem pelo teste F ($P < 0,05$).

2.3.3 Consumo de matéria seca e emissão de metano

Não houve interação entre métodos de pastoreio e intensidades de pastejo ($P > 0,05$) para todas as variáveis apresentadas na Tabela 5. No Experimento 1, o CMS (g animal⁻¹ dia⁻¹) pelos ovinos foi maior para o método de pastoreio contínuo, já no Experimento 2 o CMS (g animal⁻¹ dia⁻¹) foi igual para todos os tratamentos ($P > 0,05$), com média de 1673,8±83,9 g animal⁻¹ dia⁻¹. A emissão de CH₄ (g animal⁻¹ dia⁻¹) não diferiu entre tratamentos em ambos

os experimentos (1 e 2) ($P>0,05$), com média de $22,7\pm 1,0$ e $39,9\pm 1,3$ g animal⁻¹ dia⁻¹, respectivamente (Tabela 5).

As variáveis de produção de metano (g kg CMS⁻¹ e % CEB) não diferiram entre tratamentos no Experimento 1 ($P>0,05$), já no Experimento 2 esses parâmetros apresentaram a mesma resposta, ou seja, maiores para o método de pastoreio contínuo ($P<0,05$). Nos dois experimentos (1 e 2) a variável kg CH₄ ha⁻¹ dia⁻¹ apresentou efeito de intensidade de pastejo, com maior valor na intensidade de pastejo moderada, enquanto a variável g CH₄ kg GPV⁻¹ dia⁻¹ foi maior para no método de pastoreio rotativo, independente da intensidade de pastejo ($P<0,05$; Tabela 5).

Tabela 5. Consumo de matéria seca (CMS) e emissão de metano por ovinos em pastos de azevém anual manejados em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).

Variáveis	Contínuo		Rotativo		Média ± EPM	P _I	P _M	P _{I×M}
	Baixa	Moderada	Baixa	Moderada				
Experimento 1								
Consumo de MS								
g animal ⁻¹ dia ⁻¹	1368,7a	1322,3a	1244,3b	906,7b	1210,5 ± 71,1	0,110	0,035	0,210
Produção de CH ₄								
g animal ⁻¹ dia ⁻¹	24,5	22,7	23,7	20,7	22,7 ± 1,0	0,298	0,531	0,794
g kg CMS ⁻¹	19,5	19,3	19,5	19,5	19,5 ± 0,4	0,945	0,979	0,912
% CEB	5,9	5,5	5,9	6,0	5,8 ± 0,2	0,757	0,587	0,699
kg ha ⁻¹ dia ⁻¹	0,661b	0,854a	0,668b	0,883a	0,746 ± 0,04	0,018	0,784	0,865
g kg GPV ⁻¹ dia ⁻¹	183,0b	159,3b	240,3a	285,3a	220,1 ± 17,5	0,562	0,001	0,091
Experimento 2								
Consumo de MS								
g animal ⁻¹ dia ⁻¹	1476,7	1629,2	1563,5	1919,3	1673,8 ± 83,9	0,143	0,272	0,548
Produção de CH ₄								
g animal ⁻¹ dia ⁻¹	41,7	41,2	38,7	38,8	39,9 ± 1,3	0,952	0,443	0,913
g kg CMS ⁻¹	27,7a	26,7a	21,9b	19,3b	23,6 ± 1,1	0,398	0,013	0,682
% CEB	8,6a	8,2a	6,9b	6,1b	7,3 ± 0,3	0,351	0,017	0,826
kg ha ⁻¹ dia ⁻¹	0,540b	0,805a	0,643b	1,00a	0,766 ± 0,05	0,007	0,114	0,590
g kg GPV ⁻¹ dia ⁻¹	164,0b	178,5b	189,5a	215,0a	190,0 ± 6,6	0,092	0,016	0,619

MS=matéria seca; % CEB=percentagem do consumo de energia bruta; GPV=ganho de peso vivo; EPM=erro padrão da média; P_I=probabilidade da intensidade de pastejo; P_M=probabilidade do método de pastoreio; P_{I×M}=probabilidade da interação entre intensidade de pastejo e método de pastoreio.

Médias seguidas de letras minúsculas na linha diferem pelo teste F ($P<0,05$).

2.4 Discussão

2.4.1 Composição química e morfológica da forragem

Pinares-Patiño et al. (2007) demonstraram que altas lotações ((2,2 unidades animais/hectare (UA ha⁻¹)), quando comparado com baixas lotações (1,1 UA ha⁻¹), acarretam maior participação de folhas na composição do pasto, justamente aquele componente morfológico de maior qualidade e melhor composição química (menor FDN e maior PB). Além disso, os autores constataram que maiores lotações favoreceram maiores taxas de acúmulo de forragem, com provável causa relacionada ao aumento da população de perfilhos jovens e a penetração de luz na base do dossel.

Respostas semelhantes foram encontradas nesse experimento, onde a intensidade de pastejo moderada resultou em maiores participações de folhas. De fato, a intensidade de pastejo baixa resulta numa estrutura com predominância de colmos, situação típica de pastos pouco desfolhados. Segundo Parsons (2000), essa condição é característica de dosséis onde predomina a competição por luz, cuja modificação em sua qualidade (relação vermelho/vermelho distante) altera a partição dos fotoassimilados para a produção de estruturas de sustentação.

Esse fenômeno pode ser observado no pastoreio contínuo de baixa intensidade, onde ocorre perda na qualidade do pasto pelo aumento dos componentes morfológicos estruturais e de pior qualidade. Entretanto, no pastoreio contínuo essa perda pode ser compensada pela maior oportunidade de seleção da dieta. Essa compensação, por sua vez, parece não ocorrer do

mesmo modo no pastoreio rotativo, onde o animal vê diminuída as suas possibilidades de selecionar o pasto.

No que diz respeito a composição química, de forma geral os resultados são bastante semelhantes para todos os tratamentos. Uma vez que as amostras foram obtidas via técnica de hand plucking, resulta que o material colhido é similar e composto essencialmente por lâminas foliares. Isso, pois a técnica tem por fundamento amostrar aquilo que o animal esteja ingerindo. Difante et al. (2006) reportaram idêntica resposta para azevém amostrado pela mesma técnica.

2.4.2 Produção vegetal e animal

Os valores de ORF ficaram próximos aos da meta proposta para as intensidades de pastejo moderada e baixa, respectivamente. Fato reforçado pela coerência dos contrastes observados nas variáveis MF e AP, em ambos os experimentos. Esses dois parâmetros apresentam boa correlação com o desempenho animal. Em trabalho clássico, Poppi et al. (1987) relatam que o consumo de forragem por cordeiros é maximizado em pastos com massa de forragem aproximada de 1800 kg MS ha⁻¹. Em todos os tratamentos, e em ambos os experimentos, as massas de forragem foram superiores e/ou semelhantes a esse valor, o que faz concluir que o desempenho dos cordeiros não estivesse limitado por esta variável.

Para Barbosa et al. (2007), o desempenho por hectare de ovinos em pastos de azevém anual é maior na intensidade de pastejo moderada, comparada com a intensidade de pastejo baixa (754 e 563 kg PV ha⁻¹,

respectivamente), independente do método de pastoreio (média 658,5 kg PV ha⁻¹). Apesar das diferenças em magnitude, o mesmo padrão de resposta foi observado no presente estudo.

Experimentos clássicos com ovinos e bovinos em pastejo mostram haver relação quadrática entre oferta de forragem e o GMD dos animais (Mott, 1960; Jamieson & Hodgson, 1979 e Piaggio & Prates, 1997). De acordo com Hodgson (1990), o ponto de inflexão da curva que expressa essa relação gira em torno de 3 a 4 vezes o potencial de consumo do animal. Por essa razão a diferença observada em GMD foi mais relacionada ao método de pastoreio do que a oferta de forragem em si, uma vez que a menor oferta de forragem utilizada já era próxima do valor máximo de resposta do animal. No que diz respeito a diferença entre métodos de pastoreio, já foi bastante reportado na literatura o fato de que o pastoreio contínuo permita maior seletividade e melhor dieta quando comparado ao pastoreio rotativo (Briske et al., 2008), no que se explica os melhores GMD observados no pastoreio contínuo. Essas respostas foram mais evidentes no Experimento 1 do que no 2, pois a categoria animal no primeiro experimento é mais sensível as condições de tratamento impostas.

No Experimento 2 (Tabela 4), o maior desempenho animal pode estar relacionado a participação do pasto na dieta dos cordeiros a partir do primeiro mês de vida, sendo que mais uma vez o método de pastoreio contínuo se destaca, proporcionando que os animais selecionem o pasto de melhor qualidade. Barbosa et al. (2007), estudando o desempenho de cordeiros em pastos de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), encontraram a mesma

resposta para a variável GMD (183 g dia⁻¹ e 154 g dia⁻¹, para o método de pastoreio contínuo e rotativo, respectivamente).

Enquanto o contraste entre intensidades de pastejo não produziu impactos maiores no desempenho individual dos animais, no que diz respeito ao GPV ela afetou decisivamente. As ofertas moderadas foram obtidas pelo uso de TL significativamente superiores, que por sua vez afetaram diretamente o GPV. A relação entre TL e GPV é conhecida na literatura (e.g. Derner et al., 2008) e resposta similares foram reportadas por Barbosa et al. (2007), onde a produção de ovinos em pastos de azevém anual são maiores para intensidade de pastejo moderada (10 kg MS 100 kg PV⁻¹) comparada com intensidade de pastejo baixa (20 kg MS 100 kg PV⁻¹) (754 e 563 kg PV ha⁻¹, respectivamente), independente do método de pastoreio (média 658,5 kg PV ha⁻¹). A mesma resposta é descrita pelo presente estudo, apesar dos valores serem mais baixos.

2.4.3 Consumo e emissão de metano

Experimentos clássicos com ovinos e bovinos (Peyraud et al. 1996; Greenhalgh et al., 1966; Jamieson e Hodgson, 1979) demonstram haver relação assintótica entre oferta de forragem e consumo. Conforme esses autores, quando a forragem é oferecida entre 3 e 4 vezes acima do potencial de consumo diário dos animais, cerca de 66 a 75% da pastagem não é consumida. Isso, por sua vez, se reflete em modificação da proporção dos componentes morfológicos da planta, contribuindo para o incremento de colmo e redução da proporção de folhas, conforme discutido anteriormente.

O CMS e a qualidade química da forragem são sem duvidas os principais fatores responsáveis pela emissão de metano por ruminantes em pastejo. Levando em consideração a similaridade na composição química da forragem em ambos os experimentos, pode se observar uma relação linear entre o CMS e a emissão de metano por animal (Figura 1).

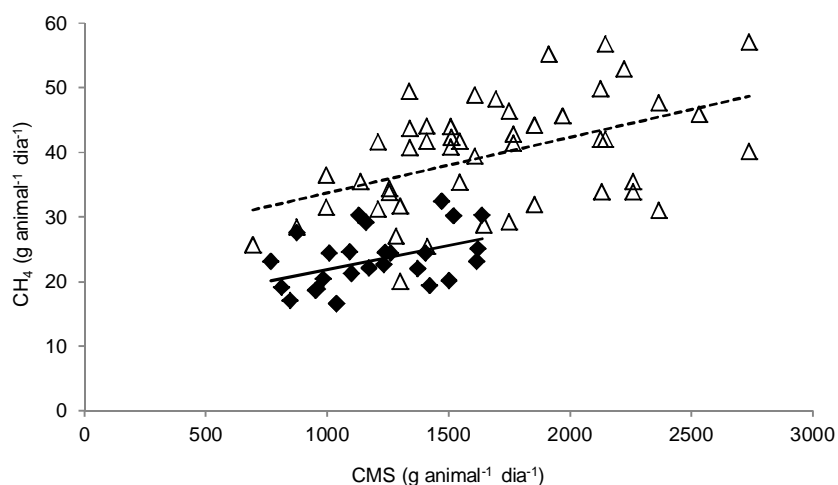


Figura 1. Relação entre o consumo de matéria seca (CMS, g animal⁻¹ dia⁻¹) e a emissão de CH₄ (g animal⁻¹ dia⁻¹) por ovinos em pastos de azevém anual. Experimento 1 (◆) $y=0,007x+14,60$; $R^2=0,1819$; EPM=4,11; $P=0,0265$. Experimento 2 (△) $y=0,008x+25,20$; $R^2=0,2307$; EPM=7,63; $P=0,0006$.

Esse padrão de resposta foi descrita por Lassey et al. (1997) com ovinos, Kurihara et al. (1999) com bovinos e por Hammond et al. (2013) trabalhando com ovinos em câmara respirométrica. Pinares-Patiño et al. (2003) também encontraram relação positiva entre o consumo de FDN digestível e a emissão de CH₄ (g animal⁻¹ dia⁻¹) de ovinos com resultados mesclados de câmara de respiração (feno de leucena) e em pastejo (azevém perene/trevo branco). Ulyatt et al. (2002) encontraram valores da ordem de

33,2 g CH₄ animal⁻¹ dia⁻¹ para ovelhas em lactação em pastagem de azevém perene. A literatura também reporta dados que variam entre 19,3 e 35,5 g CH₄ animal⁻¹ dia⁻¹ (Sun et al., 2012; Hammond et al., 2011; Ulyatt et al., 2005; Pinares-Patiño et al., 2003a; Pelchen & Peters, 1998) para ovinos alimentados com diferentes pastos, sendo a maioria desses resultado semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Quando os valores de emissão de CH₄ (g animal⁻¹ dia⁻¹) são transformados para g CH₄ CMS⁻¹, observa-se melhor padronização dos dados, pois a emissão diária por animal é muito variável. Essa resposta proporciona a comparação com diferentes categorias e espécies animais, onde valores entre 13,8 a 27,0 g CH₄ kg CMS⁻¹ são descritas por vários autores (Ulyatt et al. (2002) e Pedreira et al. (2009) para vacas em lactação; Hulshof et al. (2012) e Beauchemin et al. (2007) para bovinos de corte; Ulyatt et al. (2002) para ovelhas em lactação; Hammond et al. (2013), Ulyatt et al. (2005) e Sun et al. (2012) para ovinos machos; Puchala et al. (2005) para cabras).

Para Lassey et al. (1997) e Hammond et al. (2013), existe associação negativa entre o CMS (g animal⁻¹ dia⁻¹) e a emissão de CH₄ (g CH₄ kg CMS⁻¹). Fato esse evidenciado em ambos os experimentos (Figura 2).

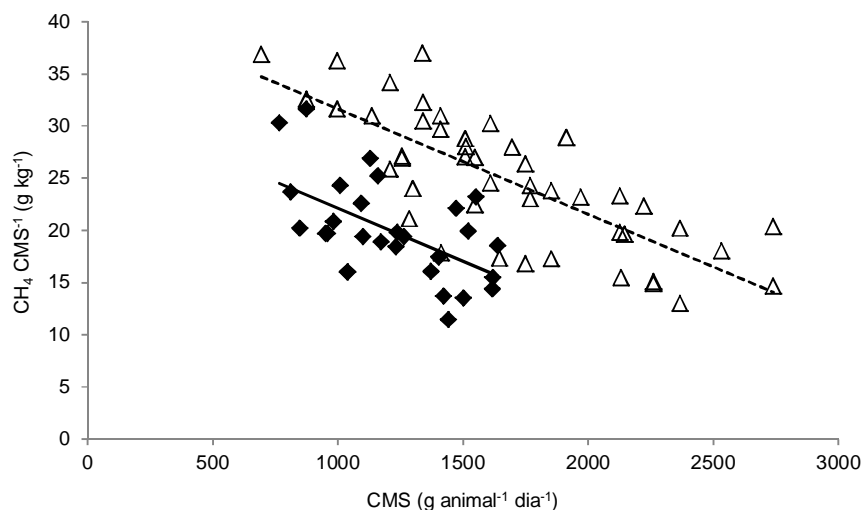


Figura 2. Relação entre o consumo de matéria seca (CMS, g animal⁻¹ dia⁻¹) e a emissão de CH₄ CMS⁻¹ (g kg⁻¹) por ovinos em pastagem de azevém anual. Experimento 1 (♦) $y = -0,011x + 32,76$; $R^2 = 0,3313$; EPM = 4,06; $P = 0,0011$. Experimento 2 (△) $y = -0,010x + 41,84$; $R^2 = 0,5936$; EPM = 4,13; $P < 0,0001$.

Essa resposta pode estar associada a maior taxa de passagem do alimento pelo rúmen do animal, com maior consumo de componentes da forragem de boa qualidade, os quais apresentam maior concentração de carboidrato solúveis e menor concentração de carboidratos estruturais. Para Johnson & Johnson (1995) o tipo de carboidrato influencia a produção de metano, provavelmente através do impacto sobre o pH ruminal e a população microbiana.

Um fator muito importante no que se diz respeito à eficiência de utilização do alimento consumido pelo animal é o fluxo de perda de energia durante a digestão dos alimentos pelos ruminantes. Lassey (2007) faz uma ilustração em seu estudo, utilizando uma forragem de alta qualidade (75% de digestibilidade), e conclui que apenas 58% da energia bruta consumida pelo

animal é transformada em energia líquida, ou seja, torna-se disponível para manutenção e produção, o restante é perdido nas fezes (25%), na forma de metano (6%), pela urina 6% e na forma de calor (5%).

Com isso podemos evidenciar a importância da energia bruta consumida pelo animal seguir o caminho mais eficiente (manutenção e produção de leite, carne, lã). A perda de energia via metano (Tabela 5) apresenta participação importante nesse contexto. Johnson & Ward (1996) mencionam que esses valores podem variar entre 2 e 15%. Entretanto, dados da ordem de 3,5 a 7,5% CEB para ovinos são descritos por Ulyatt et al. (2005); Pinares-Patiño et al. (2003a); Pinares-Patiño et al. (2003b); Ulyatt et al. (2002). De forma geral, Pelchen & Peters (1998) descrevem 7,22% CEB como valor médio para diferentes categorias de ovinos.

Embora os resultados tenham apresentado uma maior emissão de CH₄ por área para intensidades de pastejo moderadas (19,96 e 20,74 kg CO₂ eqv. ha⁻¹ dia⁻¹ nos experimentos 1 e 2, respectivamente), (consequência da maior TL), comparada com as intensidades de pastejo baixa (15,25 e 13,59 kg CO₂ eqv. ha⁻¹ dia⁻¹ nos experimentos 1 e 2, respectivamente), a forma mais recomendada para comparar sistemas é em relação à emissão de CH₄ por kg de produto animal (Cottle et al., 2011).

Nesse contexto, esse estudo procurou investigar o melhor sistema de produção, ou seja, o método de pastoreio e/ou intensidade de pastejo mais eficiente em termos de emissão de CH₄ animal em sistema de integração lavoura-pecuária.

Valores da ordem de 8,4; 6,4 e 1,3 kg CO₂ eqv. GPV⁻¹ são descritos

por Phetteplace et al. (2001) para vacas de cria, bovinos em pastejo após serem desmamados e bovinos em confinamento, respectivamente. No presente estudo foram observados valores semelhantes ou até mesmo menores, representados por médias de 3,93 kg CO₂ eqv. GPV⁻¹ para o método de pastoreio contínuo e 4,74 kg CO₂ eqv. GPV⁻¹ para o método de pastoreio rotativo (Experimento 1); 3,92 kg CO₂ eqv. GPV⁻¹ para o método de pastoreio contínuo e 6,03 kg CO₂ eqv. GPV⁻¹ para o método de pastoreio rotativo (Experimento 2). Isso significa que o método de pastoreio rotativo apresenta em média, emissões 17,08% e 34,99% maiores que o método de pastoreio contínuo (Experimento 1 e 2, respectivamente).

2.5 Conclusões

A estrutura do pasto é modificada pelos métodos de pastoreio e intensidades de pastejo, afetando o consumo de matéria seca, desempenho animal e a produção de metano por área de ovinos em pastejo. Enquanto a intensidade de pastejo moderada apresenta maior emissão de metano por área, o método de pastoreio contínuo é o mais eficiente, por apresentar menor emissão de metano por kg de ganho de peso vivo, independente da intensidade de pastejo.

2.6 Referências

Barbosa, C.M.P., Carvalho, P.C.F., Cauduro, G.F., Kunrath, T.R., Gianluppi, G.D.F., 2007. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. Braz. J. Anim.

Sci., 36, 1953-1960 (in Portuguese).

Barthram, G.T., 1985. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: The Hill Farming Research Organization Biennial Report 1984/1985. Penicuik: HFRO, 29-30.

Beauchemin, K.A., McGinn, S.M., Martinez, T.F., McAllister, T.A., 2007. Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emission from cattle. *J. Anim. Sci.*, 85, 1990-1996.

Briske, D.D., Derner, J.D., Brown, J.R., Fuhlendorf, S.D., Teague, W.R., Havstad, K.M., Gillen, R.L., Ash, A.J., Willms, W.D., 2008. Rotational Grazing on Rangelands: Reconciliation of Perception and Experimental Evidence. *Range. Ecol. Manage.*, 61, 3–17.

Cottle, D.J., Nolan, J.V., Wiedemann, S.G., 2011. Ruminant enteric methane mitigation: a review. *Anim. Prod. Sci.*, 51, 491–514.

Derner J.D., Hart R.H., Smith M.A., James W. Waggoner Jr., J.W., 2008. Long-term cattle gain responses to stocking rate and grazing systems in northern mixed-grass prairie. *Livest. Sci.*, 117, 60–69.

Difante, G.S., Marchezan, E., Villa, S.C.C., Rocha, M.G., Santos, F.M., Camargo, E.R., 2006. Produção de novilhos de corte com suplementação em pastagem de azevém submetida a doses de nitrogênio. *Braz. J. Anim. Sci.*, 35, 1107-1113 (in Portuguese).

Dove, H., Mayes, R., 2006. Protocol for the analysis of n-alkanes and other plant-wax compounds and for their use as markers for quantifying the nutrient supply of large mammalian herbivores. *Nat. Protoc.*, 1, 1680-1697.

FAO, 2010. Integrated Crop-Livestock Systems for Sustainable Development.

Plant Production and Protection Division Consultation Documents. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

FAO, 2006. Livestock's Long Shadow. Environmental Issues and Options. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Gere, J.I., Gratton, R., 2010. Simple, low-cost flow controllers for time averaged atmospheric sampling and other applications. *Latin Am. Appl. Res.*, 40, 377-381.

Greenhalgh, J.F.D., Reid, G.W., Aitken, J.N., Florence, E., 1966. The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production. I. Short-term effects in strip-grazed dairy cows. *J. Agric. Sci.*, 67, 13-24.

Hammond, K.J., Hoskin, S.O., Burke, J.L., Waghorn, G.C., Koolaard, J.P., Muetzel, S., 2011. Effects of feeding fresh white clover (*Trifolium repens*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*) on enteric methane emissions from sheep. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 166-167, 398-404.

Hammond, K.J., Burke, J.L., Koolaard, J.P., Muetzel, S., Pinares-Patiño, C.S., Waghorn, G.C., 2013. Effects of feed intake on enteric methane emissions from sheep fed fresh white clover (*Trifolium repens*) and perennial ryegrass (*Lolium perenne*) forages. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 179, 121-132.

Hodgson, J., 1990. Grazing management: science into practice. Longman Handbooks in Agriculture. New York: John Wiley & Sons, 203p.

Hulshof, R.B.A., Berndt, A., Gerrits, W.J.J., Dijkstra, J., van Zijderveld, S.M., Newbold, J.R., Perdok, H.B., 2012. Dietary nitrate supplementation reduces methane emission in beef cattle fed sugarcane-based diets. *J. Anim. Sci.*, 90, 2317-2323.

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC., 2007. United Nations Environment Programme. Assessment Report 4: Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva.

Jamieson, W.S., Hodgson, J., 1979. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. *Grass Forage Sci.*, 34, 273-282.

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

Johnson, K., Huyler, M., Westberg, H., Lamb, B., Zimmerman, P., 1994. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a sulfur hexafluoride tracer technique. *Environ. Sci. Tech.*, 28, 359-362.

Johnson, K.A., Johnson, D.E., 1995. Methane emissions from cattle. *J. Anim. Sci.*, 73, 2483-2492.

Johnson, K.A., Ward, G.M., 1996. Estimates of animal methane emissions. *Environ. Monit. Assess.*, 42, 133-141.

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

Kurihara, M., Magner, T., Hunter, R.A., McCrabb, G.J., 1999. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. *Brit. J. Nutr.*, 81, 227-234.

Lassey, K.R. 2007. Livestock methane emission: From the individual grazing

animal through national inventories to the global methane cycle. *Agr. Forest Meteorol.*, 142, 120-132

Lassey, K.R., Ulyatt, M.J., Martin, R.J., Walker, C.F., Shelton, I.D., 1997.

Methane emissions measured directly from grazing livestock in New Zealand. *Atmos. Environ.*, 31, 2905-2914.

Mayes, R.W., Lamb, C.S., Colgrove, P.M., 1986. The use of dosed and herbage n-alkanes as markers for the determination of herbage intake. *J. Agr. Sci.*, 107, 161-170.

Mott, G.O., 1960. Grazing pressure and measurement of pasture production. In: *International Grassland Congress, 8, Reading. Proceedings...* Oxford: Alden, 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, 1952. Proceedings...* Pennsylvania, 1380-1385.

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

Parsons, A.J., Carrère, P. and Schwinnings, S., 2000. Dynamics of heterogeneity in a grazed sward. In: Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes, H., Nabinger, C. and de F. Carvalho, P. (Eds.), *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology of Natural Grasslands*, Wallingford (UK):CAB International.

Pedreira, M.S., Primavesi, O., Lima, M.A., Frighetto, R., Oliveira, S.G.,

Berchielli, T.T., 2009. Ruminant methane emission by dairy cattle in Southeast Brazil. *Sci. Agr.*, 66, 742-750.

- Pelchen, A., Peters, K.J., 1998. Methane emissions from sheep. *Small Ruminant Res.*, 27, 137-150.
- Peyraud, J.L., Comeron, E.A., Wade, M.H., Lemaire, G., 1996. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. *Ann. Zootech.*, 45, 201-217.
- Phetteplace, H.W., Johnson, D.E., Seidl, A.F., 2001. Greenhouse gas emissions from simulated beef and dairy livestock systems in the United States. *Nutr. Cycl. Agroecosys.*, 60, 99-102.
- Piaggio, L.M., Prates, E.R., 1997. 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*, 13-14.
- Pinares-Patiño, C.S., D'Hour, P., Jouany J.-P., Martin C., 2007. Effects of stocking rate on methane and carbon dioxide emissions from grazing cattle. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 121, 30-46.
- Pinares-Patiño, C.S., Ulyatt, M.J., Lassey, K.R., Barry, T.N., Holmes, C.W., 2003a. Persistence of differences between sheep in methane emission under generous conditions. *J. Agr. Sci.*, 140, 227-233.
- Pinares-Patiño, C.S., Ulyatt, M.J., Waghorn, G.C., Lassey, K.R., Barry, T.N., Holmes, C.W., Johnson, D.E., 2003b. Methane emission by alpaca and sheep fed on Lucerne hay or grazed on pastures of perennial ryegrass/white clover or birdsfoot trefoil. *J. Agr. Sci.*, 140, 215-226.
- Pontes, L.S., Nabinger, C., Carvalho, P.C.F., Trindade, J.K., Montardo, D.P., Santos, R.J., 2003. Variáveis morfológicas e estruturais de Azevém Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. *Braz. J. Anim. Sci.*,

32, 814-820 (in Portuguese).

Poppi, D.P.; Hughes, T.P.; L'huillier, P.J., 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. In: Nicol, A.M. (Ed.), Livestock feeding on pasture. New Zealand Society of Animal Production, pp. 55-64.

Puchala, R., Min, B. R., Goetsch, A. L., Sahlu, T., 2005. The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. J. Anim. Sci., 83, 182-186.

Segunda Comunicação Nacional do Brasil à convenção, 2010. Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia (in Portuguese).

Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O., Howden, M., McAllister, T., Pan, G., Romanen, V., Scheneider, U., Towprayoon, S., 2007. Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment, 118, 6-28.

Sun X.Z., Hoskin S.O., Zhang G.G., Molano G., Muetzel S., Pinares-Patiño C.S., Clark H., Pacheco D., 2012. Sheep fed forage chicory (*Cichorium intybus*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*) have similar methane emissions. Anim. Feed Sci. Technol., 172, 217-225.

Ullyat, M.J., Lassey, K.R., Shelton, I.D., Walker, C.F., 2005. Methane emission from sheep grazing four pastures in late summer in New Zealand. New Zeal. J. Agr. Res., 48, 385-390.

Ullyatt, M.J., Lassey, K.R., Shelton, I.D., Walker, C.F., 2002. Methane emission

from dairy cows and wether sheep fed subtropical grass-dominant pastures in midsummer in New Zealand. *New Zeal. J. Agr. Res.*, 45, 227-234.

Van Soest, P.J.; Robertson, J.B., 1985. *Analysis of forages and fibrous foods - a laboratory manual for animal science*. Ithaca.

Wims, C.M., Deighton, M.H., Lewis, E., O'Loughlin, B., Delaby, L., Boland, T.M., O'Donovan, M. 2010. Effect of pre-grazing herbage mass on methane production, dry matter intake, and milk production of grazing dairy cows during the mid-season period. *J. Dairy Sci.*, 93, 4976-4985.

3 CAPÍTULO III

Comparação das técnicas do nitrogênio fecal e n-alcenos para estimativa do consumo de forragem por ovinos em pastejo¹

¹Artigo elaborado de acordo com as normas da revista Animal Feed Science and Technology (Apêndice 2)

Comparação das técnicas do nitrogênio fecal e n-alcanos para estimativa do consumo de forragem por ovinos em pastejo

Resumo: O objetivo do experimento foi de avaliar o uso de marcadores nutricionais para a estimativa de consumo de pastos de azevém anual por ovinos em situação de pastejo. Foram utilizados cordeiros machos inteiros (cruzamento Texel e Ile de France) de idade média de onze meses e peso vivo médio de 35 ± 4 kg em um delineamento experimental de blocos casualizados, em um arranjo fatorial (2×2), com três repetições. Os tratamentos consistiam em dois métodos de pastoreio (contínuo e rotativo) e duas intensidades de pastejo: oferta de forragem de 2,5 (moderada) e 5 (baixa) vezes o potencial de consumo de matéria seca (MS) dos animais. Usou-se a metodologia dos n-alcanos, testando-se diferentes equações para o cálculo bem como diferentes pares de n-alcanos. Também testou-se a metodologia do nitrogênio fecal, por meio de coleta total de fezes com o auxílio de bolsas coletoras, e posterior utilização de equações para estimativa do consumo de forragem através do conteúdo de nitrogênio nas fezes. Na avaliação entre os n-alcanos, verificou-se melhores resultados quando utilizando o par $C_{31}:C_{32}$. Para a metodologia do nitrogênio fecal, as equações propostas por Wang et al. (2009) e por Azevedo (2011) foram as melhores, com vantagem para a primeira em função do menor AICc verificado. Comparando as diferentes técnicas, a técnica do nitrogênio fecal mostrou-se mais acurado do que a técnica dos n-alcanos, que superestimam os valores de consumo de forragem por ovinos em pastejo.

Palavra chaves: azevém anual, digestibilidade, intensidades de pastejo, n-alcanos, nitrogênio fecal, oferta de forragem, métodos de pastoreio.

Comparison of techniques of fecal nitrogen and n-alkanes to estimate forage intake by sheep grazing

Abstract: The aim of the experiment was to evaluate the use of nutritional markers to estimate the intake of Italian ryegrass by sheep grazing. There were used lambs (Texel x Ile de France) with an average age of eleven months and average live weight of 35 ± 4 kg. The treatments consisted of two stoking methods (continuous and rotational) and two grazing intensities: herbage allowance of 2.5 (moderate) and 5 (low) times the potential intake of dry matter (DM), in a randomized block design in a factorial arrangement (2x2) with three replications. It was use the methodology of n-alkanes, testing different equations for calculation as well as different pairs of n-alkanes. It was also tested the methodology of fecal nitrogen through total collection with collection harness bags, and further use with equations for estimate the forage intake by nitrogen content in feces. In the evaluation of n-alkanes, it was found best results when using the C₃₁:C₃₂ pair. For the methodology of fecal nitrogen, the equations proposed by Wang et al. (2009) and Azevedo (2011) were the best advantageously, but the first equation was better than the second equation because presented lower AICc estimate. Comparing the different techniques, the fecal nitrogen proved to be more accurate than the use of n-alkanes, which overestimated the forage intake by sheep grazing.

Keywords: digestibility, fecal nitrogen, grazing intensities, herbage allowance, Italian ryegrass, n-alkanes, stoking methods.

3.1 Introdução

A produção animal a pasto é resultado principalmente da eficiência do consumo de forragem pelo animal, o qual é controlado para satisfazer suas necessidades nutricionais, principalmente de energia (Forbes, 1987) tanto para o crescimento, manutenção e ou reprodução (Gordon, 1995). Assim, o entendimento e o conhecimento do consumo de forragem por animais em pastejo se torna o ponto chave, tanto para o manejo de pastagens como para o manejo dos animais. Além do consumo de forragem, a digestibilidade é um fator importante na avaliação da dieta que está sendo oferecida ao animal. Entretanto, ambos são difíceis de serem mensurados em animais em pastejo.

A partir desse fato, pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o uso de marcadores para predição do consumo e digestibilidade de animais em sistemas pastoris. A técnica dos n-alcanos proposta por Mayes et al. (1984) aparece como uma técnica promissora, permitindo estimar a composição da dieta, a digestibilidade aparente da forragem e o consumo de matéria seca pelo animal. Vários estudos descritos na literatura comprovam a acurácia dessa técnica (Dove et al., 2002; Fukumoto et al., 2007; Oliván et al., 2007; Pérez-Ramírez et al., 2012; Aguiar et al., 2013), entretanto, seu principal limitante é a amostragem correta da forragem (Ferri et al., 2008).

O nitrogênio fecal é outra técnica que também vem apresentando acurácia na estimativa da digestibilidade e do consumo de forragem por ruminantes em pastejo (Boval et al., 1996; Boval et al., 2003; Wang et al., 2009; Azevedo, 2011; David, 2012). Sua principal vantagem em relação às outras técnicas é a fácil determinação, pois necessita apenas conhecer a quantidade

de nitrogênio presente nas fezes, entretanto sua principal limitação é a necessidade de se realizar a coleta total de fezes ou mensurar a mesma com o uso de um marcador externo para excreção fecal.

Para Carvalho et al. (2007) não existe o melhor método para estimar o consumo de forragem por ruminantes em pastejo e sim a combinação de procedimento que melhor se ajusta as hipótese propostas. A partir disso, como mensurar o consumo de forragem por animais em pastejo ainda continua sendo um grande desafio para os pesquisadores. Assim, o objetivo desse estudo foi comparar as técnicas dos n-alcanos e do nitrogênio fecal na estimativa do consumo de forragem por ovinos em pastos de azevém anual, submetidos a diferentes métodos de pastoreio e intensidades de pastejo.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Área, delineamento experimental e animais

O experimento foi realizado na Estação Experimental Agronômica (EEA) pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), localizada no município de Eldorado do Sul, RS, Brasil (latitude 30°05'22" S e longitude 51°39'08" W e altitude de 46 m). O clima da região é subtropical úmido "Cfa", segundo a classificação proposta por Köppen.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em um arranjo fatorial (2x2), com três repetições. Os tratamentos consistiam em dois métodos de pastoreio (contínuo e rotativo) e duas intensidades de pastejo: oferta de forragem de 2,5 (moderada) e 5 (baixa) vezes o potencial de consumo de matéria seca (MS) dos animais (NRC, 2007).

A área experimental é de aproximadamente 3,2 hectares (ha), sendo essa dividida em 12 poteiros (unidades experimentais, UE), que variavam de 0,23 a 0,31 ha. O protocolo experimental vem sendo conduzido desde 2003, consistindo de um sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), onde no verão/outono as culturas de soja e/ou milho são semeadas em plantio direto. No inverno/primavera, pastos de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) se estabelecem por ressemeadura natural e recebem 150 kg de nitrogênio ha⁻¹ na forma de uréia aplicada em cobertura em aplicação única. O início do pastejo se deu em 18 de junho e os animais saíram em 24 de outubro de 2011, totalizando 122 dias de pastejo.

Os animais utilizados foram cordeiros machos inteiros provenientes de cruzamento Texel e Ile de France, de idade média de onze meses e peso vivo médio de aproximadamente 35±4kg. Cada poteiro (UE) continha três animais “testers” (unidades amostrais, UA), e animais reguladores de acordo com a meta de oferta de forragem, pela técnica “*put-and-take*” (Mott & Lucas, 1952). Os animais eram pesados no início de cada ciclo de pastejo, e para esse procedimento eram mantidos em jejum de sólidos e líquidos por aproximadamente 12 horas.

3.2.2 Condução da pastagem e amostragens no pasto

A duração de vida da folha (DVF) foi utilizada para se estabelecer a duração de cada ciclo de pastejo para o pastoreio rotativo. Ensaios de morfogênese foram conduzidos por Pontes et al. (2003), na mesma área experimental, onde determinaram os valores de soma térmica que

correspondem à DVF: 500 °C/folha para o período de junho a agosto; e 410 °C/folha para o período de setembro a novembro. Com isso se estabeleceu o número de dias de cada ciclo de pastejo para o método de pastoreio rotativo, sendo: 36, 36, 28 e 22 dias. O método de pastoreio contínuo recebeu o mesmo protocolo, sendo que os animais permaneciam constantemente nas unidades experimentais durante cada ciclo de pastejo. Para a determinação dos sub poteiros (faixas) do método de pastoreio rotativo, foi dividido o comprimento de cada poteiro pelo número de dias do ciclo e depois dividido por dois, que é o número de dias que os animais permaneciam em cada faixa. No início de cada ciclo de pastejo foi estimada a massa de forragem (MF) pela amostragem de seis cortes por unidade experimental, com auxílio de um quadrado metálico de 0,25 m², sendo o corte do pasto realizado no nível do solo. O material era secado em estufa de ar forçado a 60°C durante 72 horas, e pesado. Posteriormente, realizou-se separação morfológica (folha, colmo, inflorescência e material morto) em amostras compostas por unidade experimental.

A estimativa de taxa de acúmulo (TA) de forragem dos poteiros de pastoreio contínuo foi realizada com o uso de quatro gaiolas de exclusão de pastejo por unidade experimental (Klingman et al., 1943). Já nos poteiros de pastoreio rotativo se realizava quatro cortes com os quadros metálicos na segunda faixa, após o pastejo, e antes dos animais retornarem a essa mesma faixa de pastejo, era realizado novamente quatro cortes. Considerou-se a diferença como correspondente a taxa de acúmulo de forragem. Essas avaliações foram realizadas a cada ciclo de pastejo, com procedimentos de coleta e secagem semelhantes aos descritos para MF.

A oferta real de forragem (ORF, %PV) foi calculada conforme a equação: $ORF (\% PV) = ((MF/n + TAC)/TL) * 100$. Onde: MF=massa de forragem média de cada ciclo de pastejo (kg de MS ha⁻¹); n=número de dias do ciclo de pastejo; TA=taxa diária de acúmulo da forragem (kg de MS ha⁻¹); TL=taxa de lotação média do ciclo de pastejo (kg de PV ha⁻¹). Um “sward stick” foi usado para medir a altura do pasto (150 pontos por unidade experimental) (Barthram, 1985).

A composição química da forragem foi realizada a partir da simulação de pastejo proposta por Johnson (1978). Foram avaliadas: matéria orgânica (MO); proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl, sendo obtida através do nitrogênio total (NT) x 6,25; fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) segundo Van Soest & Robertson (1985).

3.2.3 Consumo de forragem

Foram utilizadas duas técnicas para estimar o consumo de matéria seca (CMS) pelos animais. A técnica do nitrogênio fecal (NF) e os n-alcanos, sendo que essas foram comparadas com a técnica tradicional (observado) ($CMS = \text{produção fecal} / 1 - \text{digestibilidade}$), descrita por Penning (2004). A digestibilidade utilizada na equação descrita acima foi referente a ensaios de digestibilidade em gaiolas de metabolismo descrito por Azevedo (2011), sendo que os valores utilizados foram referentes ao tratamento *ad libitum*, onde as características do pasto eram semelhantes às características em que se encontrava o presente experimento. As duas técnicas utilizadas (NF e n-alcanos) foram realizadas concomitantemente.

3.2.3.1 Nitrogênio fecal (NF)

Para a técnica do NF o consumo foi estimado através da relação com o conteúdo de nitrogênio das fezes. Para essas determinações, foi realizada a coleta total de fezes dos animais por meio de bolsas coletoras (Penning, 2004). As coletas foram realizadas por um período de seis dias consecutivos, com um total de duas avaliações, a primeira no terceiro ciclo de pastejo (período 1) e a segunda no quarto ciclo de pastejo (período 2).

As bolsas coletoras eram esvaziadas uma vez por dia. Após a coleta no campo, as fezes eram pesadas, para conhecer a excreção total, e posteriormente se retirava uma sub amostra de 20% do total, essas amostras eram secas 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. Desse material foi determinado: MS, matéria orgânica (MO), NT e FDA, conforme metodologias descritas anteriormente.

Para determinar o consumo de forragem pelos cordeiros foram utilizadas e testadas diferentes equações de diferentes autores. Uma equação de consumo: $CMO = 132,51 + 84,40 * NF$ (Azevedo, 2011) e duas equações de digestibilidade: $DMO = 0,7326 - 0,3598 * \exp^{-0,9052 * PBf/100}$ (Peripolli et al., 2011); $DMO = 0,889 - 0,644 * \exp^{(-0,5774 * PBf/100)}$ (Wang et al., 2009), onde: CMO=consumo de matéria orgânica; DMO=digestibilidade da matéria orgânica; PBf=proteína bruta fecal e NF=nitrogênio fecal. A partir das digestibilidades encontradas, se calculou o CMO assim: $CMO = \text{produção fecal} / (1 - \text{digestibilidade})$ (Penning, 2004), conhecendo a produção fecal através da coleta total de fezes. O CMO

foi transformado para CMS, utilizando a MO da forragem referente à simulação de pastejo.

3.2.3.2 N-alcanos

Para a técnica dos n-alcanos, os animais receberam péletes impregnados com 50 mg de dotriacontano (C_{32}), via oral, duas vezes por dia, as 08:00 e as 16:00, totalizando 10 dias de dosagem. Deste período, quatro dias foram considerados para adaptação e seis de coleta de fezes. As amostragens de fezes foram realizadas da coleta total, como descrito anteriormente.

Para avaliar a concentração de n-alcanos presentes no pasto, foi realizada simulação de pastejo de acordo com Johnson (1978). Essa simulação era realizada simultânea a avaliação de consumo, no segundo e terceiro dias de coleta de fezes.

A determinação dos n-alcanos presentes na forragem e nas fezes seguiu protocolo proposto por Dove e Mayes (2006). A identificação e quantificação dos n-alcanos foram realizadas por meio de cromatografia gasosa (GC) usando cromatógrafo SHIMADZU GC-2010. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição animal da Embrapa Pecuária Sul, Bagé-RS.

Para os n-alcanos o CMS foi estimado a partir da razão entre a concentração dos n-alcanos naturais e o dosificado ($C_{31}:C_{32}$ e $C_{33}:C_{32}$ respectivamente) obtidos nas amostras de forragem e fezes, de acordo com equação proposta por Mayes et al. (1986) e por Aguiar et al. (2013) ((equação

1): $CMS = ((C_{31} \text{ fezes} / (C_{32} \text{ fezes} - C_{32} \text{ forragem}) * C_{32} \text{ dosado}) / C_{31} \text{ forragem}) / 1000$;
 (equação 2): $CMS = ((C_{33} \text{ fezes} / (C_{32} \text{ fezes} - C_{32} \text{ forragem}) * C_{32} \text{ dosado}) / C_{33} \text{ forragem}) / 1000$;
 (equação 3): $CMS = (((C_{31} \text{ fezes} / C_{32} \text{ fezes}) * C_{32} \text{ dosado}) / C_{31} \text{ forragem}) / 1000$;
 (equação 4): $CMS = (((C_{33} \text{ fezes} / C_{32} \text{ fezes}) * C_{32} \text{ dosado}) / C_{33} \text{ forragem}) / 1000$).

3.2.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) em nível de 5% de significância. Foram considerados como efeitos fixos os métodos de pastoreio e intensidades de pastejo e como efeitos aleatórios os períodos de avaliação (medidas repetidas no tempo), blocos e as interações entre métodos de pastoreio, intensidades de pastejo e períodos. Quando detectadas diferenças entre tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Foram realizadas equações de regressões lineares ($y_{ij} = a + bx + \varepsilon_{ij}$) para determinação das relações entre o consumo estimado de matéria seca (n-alcanos e NF) e o observado. As equações foram comparadas pelo teste de paralelismo e igualdade de interceptos ($P < 0,05$) e os melhores modelos foram definidos pelo maior coeficiente de determinação (R^2), menor valor Bayesian Information Criterion (BIC) e menor valor Akaike Information Criterion (AICc; Akaike, 1974). Utilizou-se o pacote estatístico SAS versão 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2011).

3.3 Resultados

3.3.1 Parâmetro do pasto

Na Tabela 1, houve efeito de período ($P<0,05$) para todas as variáveis. A ORF e a MF apresentaram a mesma resposta (Período 1 e 2), sendo maiores para a intensidade de pastejo baixa ($P<0,05$), comparado com a intensidade de pastejo moderada, independente do método de pastoreio. Já a variável AP apresentou interação entre método de pastoreio e intensidade de pastejo ($P<0,05$).

Tabela 1. Variáveis da estrutura de pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).

Variáveis	Contínuo		Rotativo		Média \pm DP
	Baixa	Moderada	Baixa	Moderada	
Período 1					
ORF (% PV)	13,5a	10,2b	13,8a	7,8b	11,6 \pm 0,88B
AP (cm)	20,2b	10,9c	24,0a	20,6b	18,9 \pm 0,11B
MF (kg MS ha ⁻¹)	2891,1a	1616,0b	3010,0a	2164,4b	2493,5 \pm 180,2B
Período 2					
ORF (% PV)	19,5a	9,4b	21,8a	10,7b	15,3 \pm 1,67A
AP (cm)	24,6b	16,4d	28,5a	22,1c	22,9 \pm 0,14A
MF (kg MS ha ⁻¹)	3828,8a	2373,2b	3792,4a	2754,4b	3187,2 \pm 202,8A

ORF=oferta real de forragem (kg MS 100 Kg PV⁻¹); AP=altura do pasto; MF=massa de forragem; MS=matéria seca; PV=peso vivo; DP=desvio padrão.

Médias seguidas de letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Para a composição morfológica dos pastos de azevém anual, houve efeito de período ($P<0,05$) para todas as variáveis (Tabela 2). No Período 1, colmos+bainhas e inflorescências não diferiram entre os tratamentos ($P>0,05$), média de 441,1 \pm 8,9 e 1,4 \pm 0,9, respectivamente. Já a quantidade de lâminas foliares foi maior e a quantidade de material morto foi menor para o método de pastoreio rotativo ($P<0,05$), comparado ao método de pastoreio contínuo, independente da intensidade de pastejo. No Período 2, a quantidade de

lâminas foliares e material morto foi maior e a quantidade de inflorescências foi menor para a intensidade de pastejo moderada ($P<0,05$), comparada com a intensidade de pastejo baixa, independente do método de pastoreio. Para o mesmo período a variável colmos+bainhas apresentou interação entre métodos de pastoreio e intensidades de pastejo ($P<0,05$).

Tabela 2. Composição morfológica (g kg MS^{-1}) de pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).

Variáveis	Contínuo		Rotativo		Média \pm DP
	Baixa	Moderada	Baixa	Moderada	
Período 1					
Lâminas foliares	370,0b	380,7b	418,7a	486,1a	413,9 \pm 13,7A
Colmos+bainhas	470,0	448,0	453,6	397,3	441,1 \pm 8,9B
Material Morto	168,4a	176,2a	126,9b	104,4b	143,3 \pm 10,5A
Inflorescências	3,3	1,5	1,2	0,0	1,4 \pm 0,9B
Período 2					
Lâminas foliares	202,4b	323,6a	256,2b	332,8a	278,8 \pm 15,0B
Colmos+bainhas	608,0a	483,8b	609,6a	575,7a	565,1 \pm 13,4A
Material Morto	92,4b	139,2a	54,7c	63,1bc	87,4 \pm 8,0B
Inflorescências	100,2a	53,3b	89,2a	24,0b	67,1 \pm 8,0A

DP=desvio padrão.

Médias seguidas de letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

A composição química do pasto de azevém anual descrita na Tabela 3 mostra efeito de período ($P<0,05$) para todas as variáveis. A variável MO é maior ($P<0,05$) na intensidade de pastejo baixa, comparado com a intensidade de pastejo moderada (Período 1 e 2), independente do método de pastoreio. As variáveis PB, FDN e FDA não diferem entre os tratamentos ($P>0,05$) para os dois períodos (1 e 2). A concentração de n-alcenos no pasto de azevém anual descrita na Tabela 4, mostrou efeito de período ($P<0,05$) para todos os n-alcenos (C_{31} ; C_{32} e C_{33}). Para a concentração de n-alcenos nas fezes, houve

efeito de período ($P < 0,05$) apenas para os n-alcenos C_{32} e C_{33} .

Tabela 3. Composição química de pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada), obtida por simulação de pastejo.

Variáveis	Contínuo		Rotativo		Média ± DP
	Baixa	Moderada	Baixa	Moderada	
Período 1					
MO (g kg MS ⁻¹)	896,4a	886,6b	896,3a	887,7b	892,0 ± 1,8B
PB (g kg MS ⁻¹)	267,2	268,3	268,8	260,7	265,2 ± 6,3A
FDN (g kg MS ⁻¹)	462,6	442,7	443,5	440,3	447,2 ± 7,1B
FDA (g kg MS ⁻¹)	229,7	211,9	222,6	220,0	221,1 ± 3,8B
Período 2					
MO (g kg MS ⁻¹)	935,0a	930,5b	938,3a	928,4b	933,1 ± 1,6A
PB (g kg MS ⁻¹)	138,6	144,2	118,5	128,2	131,3 ± 4,5B
FDN (g kg MS ⁻¹)	585,7	608,3	606,3	612,7	603,2 ± 4,5A
FDA (g kg MS ⁻¹)	301,9	312,2	325,8	317,0	314,3 ± 4,1A

MO=matéria orgânica; PB=proteína bruta; FDN=fibra em detergente neutro; FDA=fibra em detergente ácido; MS=matéria seca; DP=desvio padrão.

Médias seguidas de letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem pelo teste F ($P < 0,05$).

Tabela 4. Concentração de n-alcenos (mg kg MS⁻¹) de pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada), obtida por simulação de pastejo.

n-alcenos	Contínuo		Rotativo		Média ± DP
	Baixa	Moderada	Baixa	Moderada	
Período 1					
Pasto					
C ₃₁	232,6	216,6	206,7	202,7	214,3 ± 2,6B
C ₃₂	6,59a	7,34a	5,68b	5,69b	6,36 ± 0,13A
C ₃₃	60,2a	67,0a	51,1b	54,1b	58,4 ± 1,2A
Fezes					
C ₃₁	1080,7	743,8	1045,1	956,2	949,9 ± 33,0
C ₃₂	332,7	243,3	425,3	437,8	355,7 ± 19,5A
C ₃₃	352,9a	256,6b	267,4b	268,0b	286,0 ± 10,4A
Período 2					
Pasto					
C ₃₁	269,5b	294,9a	244,7b	277,9a	272,5 ± 3,7A
C ₃₂	6,27a	6,76a	5,61b	5,90b	6,16 ± 0,10B
C ₃₃	25,2a	34,9a	21,5b	26,6b	27,3 ± 0,9B
Fezes					
C ₃₁	922,2	1198,0	969,1	904,1	1000,9 ± 35,7
C ₃₂	230,0	285,6	281,5	324,0	281,3 ± 11,2B
C ₃₃	171,8b	264,1a	160,7b	171,9b	194,2 ± 9,5B

DP=desvio padrão.

Médias seguidas de letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

3.3.2 Consumo de matéria seca observado

O consumo de matéria seca (CMS, g animal⁻¹ dia⁻¹) observado apresentou efeito de período (P<0,05), com maior CMS para o Período 1 (Tabela 5). Também foi observado efeito de método de pastoreio para a variável CMS (P<0,05), com maior CMS para o método de pastoreio contínuo nos dois períodos. A variável ganho médio diário (GMD, g animal⁻¹ dia⁻¹) apresentou efeito de período (P<0,05), com maior GMD no Período 1. No Período 1, observou-se efeito de método de pastoreio (P<0,05), com maior GMD para o método de pastoreio contínuo, já no Período 2 essa variável não diferiu entre os tratamentos (P>0,05) (Tabela 5).

Tabela 5. Consumo de matéria seca (CMS, observado) (g animal⁻¹ dia⁻¹) e ganho médio diário (g animal⁻¹ dia⁻¹) por ovinos em pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).

Variáveis	Contínuo		Rotativo		Média ± DP
	Baixa	Moderada	Baixa	Moderada	
Período 1					
CMS (g dia ⁻¹)	975,3a	940,0a	657,2b	744,6b	828,8 ± 35,3A
CMS (% PV)	2,6	2,7	2,2	2,6	2,5 ± 0,06A
GMD (g dia ⁻¹)	0,212a	0,184a	0,136b	0,100b	0,158 ± 0,014A
Período 2					
CMS (g dia ⁻¹)	766,2a	740,2a	628,2b	564,8b	671,9 ± 28,5B
CMS (% PV)	1,9	1,8	2,1	2,0	1,9 ± 0,04B
GMD (g dia ⁻¹)	0,098	0,120	0,063	0,048	0,094 ± 0,009B

PV=peso vivo; GMD=ganho médio diário (g animal⁻¹ dia⁻¹); DP=desvio padrão.

Médias seguidas de letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem pelo teste F (P<0,05).

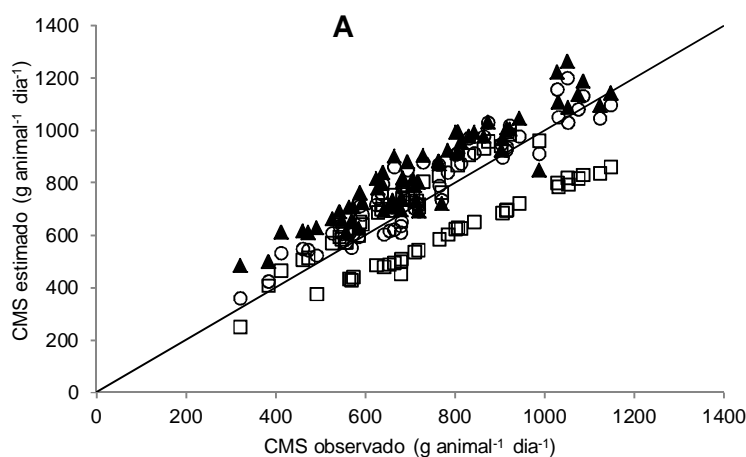
3.3.3 Consumo de matéria seca: NF e n-alcanos

Para a técnica do NF (Figura 1, A), apenas as equações propostas por Wang et al. (2009) e Azevedo (2011) foram adequadas na estimativa do CMS por ovinos em pastos de azevém anual, através do teste de paralelismo

($P=0,434$). A equação proposta por Peripolli et al. (2011) apresentou valores superiores de BIC e AICc e inferior de R^2 em relação as equações propostas por Azevedo (2011) ($P=0003$) e Wang et al. (2009) ($P<0,001$) (Tabela 6).

Para a técnica dos n-alcenos (Figura 1, B), apenas as equações que utilizavam o par de n-alcenos $C_{31}:C_{32}$ (Mayes et al., 1986 (C_{31}) e Aguiar et al., 2013 (1 e 3)) foram significativas ($P<0,05$) e adequadas na estimativa do CMS por ovinos em pastos de azevém anual, através do teste de paralelismo ($P>0,05$). As equações que utilizavam o par de n-alcenos $C_{33}:C_{32}$ (Mayes et al., 1986 (C_{33}) e Aguiar et al., 2013 (2 e 4)) não se ajustaram as equações de regressão ($P>0,05$).

Em geral, a equação proposta por Wang et al. (2009) (NF) e por Aguiar et al. (2013) (3) (n-alcenos), são consideradas as mais adequadas para estimar o CMS por ovinos em pastos de azevém anual, considerando os valores do AICc e BIC (Tabela 6).



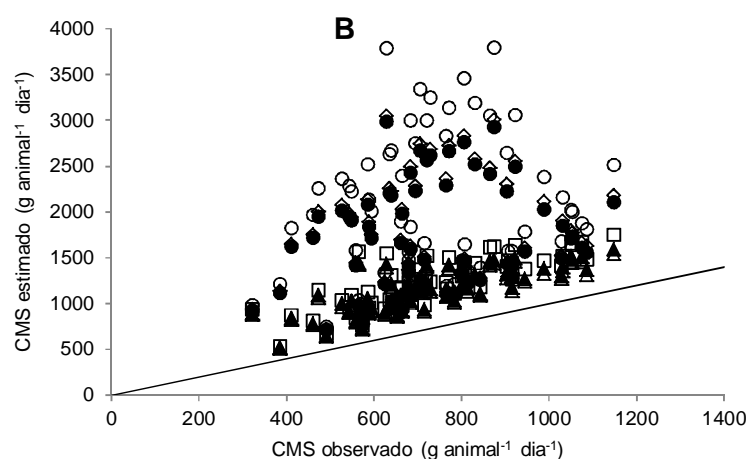


Figura 1. Relação entre o consumo de matéria seca (CMS) observado ($\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e o CMS estimado ($\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) pela técnica do nitrogênio fecal (A) ((\square) Peripolli et al., 2011; (\circ) Wang et al., 2009 e (\blacktriangle) Azevedo, 2011) e pela técnica dos n-alcenos (B) ((\square) Mayes et al., 1986 (C_{31}); (\circ) Mayes et al., 1986 (C_{33}); (\blacktriangle) Aguiar et al., 2013 (1); (\diamond) Aguiar et al., 2013 (2); (\triangle) Aguiar et al., 2013 (3); (\bullet) Aguiar et al., 2013 (4)) por ovinos ($n=72$) em pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada). A linha sólida representa a equação quando $y=x$.

Tabela 6. Validação do uso de equações com os marcadores n-alcenos e nitrogênio fecal para estimativa de consumo de forragem por ovinos ($n=72$) em pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada).

Referências	Equação	R^2	BIC	AICc	P_a	P_b
n-alcenos						
Mayes et al. (1986) (C_{31})	$y=379,4+1,16x$	0,632	832,9	826,9	<0,001	<0,001
Mayes et al. (1986) (C_{33})	-	0,044	1027,2	1021,1	0,001	0,097
Aguiar et al. (2013) (1)	$y=411,4+1,01x$	0,622	817,6	811,5	<0,001	<0,001
Aguiar et al. (2013) (2)	-	0,050	993,2	987,1	<0,001	0,079
Aguiar et al. (2013) (3)	$y=424,4+0,96x$	0,608	814,5	808,5	<0,001	<0,001
Aguiar et al. (2013) (4)	-	0,045	989,5	983,5	<0,001	0,095
Nitrogênio fecal						
Peripolli et al. (2011)	$y=188,6+0,65x$	0,560	793,6	787,5	0,001	<0,001
Wang et al. (2009)	$y=95,4+0,94x$	0,879	729,7	723,7	0,006	<0,001
Azevedo (2011)	$y=195,0+0,88x$	0,863	730,6	724,5	<0,001	<0,001

AICc=Akaike information criterion; BIC=Bayesian information criterion.

3.3.4 Consumo de matéria seca: NF versus n-alcenos

Para comparação das metodologias (NF e n-alcenos) utilizou-se a equação que melhor estimou o CMS por ovinos em pastos de azevém anual (Wang et al., 2009 e Aguiar et al. (2013) (3), respectivamente). Através do teste de paralelismo, a técnica do NF foi igual ($P=0,089$) a técnica dos n-alcenos, entretanto, quando realizado comparação dos interceptos, observou-se diferença entre as técnicas ($P<0,001$) (Figura 2).

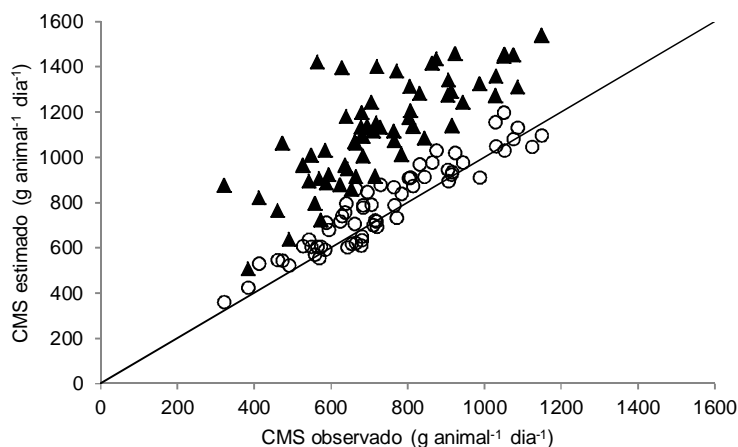


Figura 2. Relação entre o consumo de matéria seca (CMS) observado ($\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e o CMS estimado ($\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) pela técnica dos n-alcenos ((▲) Aguiar et al., 2013 (3)) ($y=424,4+0,96x$; $R^2=0,608$) e pela técnica do nitrogênio fecal ((○) Wang et al., 2009) ($y=95,4+0,94x$; $R^2=0,879$) por ovinos ($n=72$) em pastos de azevém anual manejado em diferentes métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e intensidades de pastejo (baixa e moderada). A linha sólida representa a equação quando $y=x$.

3.4 Discussão

Para Minson (1990) à medida que a planta se aproxima do final de seu ciclo produtivo o teor de parede celular aumenta, a lignina se acumula,

afetando cada vez mais os outros componentes. Fato esse foi observado no presente estudo, onde a concentração de PB diminuiu (média 265,2 e 131,3 g kg MS⁻¹, Período 1 e 2, respectivamente) e a concentração de FDN (média 447,2 e 603,2 g kg MS⁻¹) e FDA (média 221,1 e 314,3 g kg MS⁻¹) aumentaram, (Período 1 e 2, respectivamente) (Tabela 1). Isso é comprovado pela maior participação de colmos+bainhas e menor participação de lâminas foliares (Tabela 1). Pontes et al. (2004), observam o mesmo declínio para a massa de lâminas foliares de pastos de azevém anual.

O consumo de nutrientes pelo animal está diretamente relacionado com a maturidade da forragem e a concentração de nutrientes (Hodgson, 1990; Cherney et al., 1991). Para Mertens (1994) o fator que mais influencia nesse caso é a quantidade de carboidratos fibrosos na dieta, sendo que quanto maior a quantidade desse componente, menor é o consumo. Além da composição do pasto, a OF é também um fator determinante para produção animal, sendo que MF próximas a 1800 kg MS ha⁻¹ maximizam o consumo de forragem por cordeiros em pastejo (Poppi et al., 1987). Assim, no presente estudo podemos observar que o CMS não foi limitado pela OF e/ou MF. Essa resposta demonstrada pela literatura (Poppi et al., 1987) corrobora com os resultados desse trabalho, onde o CMS é maior no Período 1 (P<0,05) (Tabela 5), onde a composição química da forragem e a relação lâminas foliares com colmos+bainhas é maior, comparado ao Período 2. O desempenho animal segue a mesma resposta (Período 1 e 2) (P<0,05), sendo que quanto maior o CMS, maior é o GMD. Lippke (2002) destaca que o CMS é o principal fator que determina a produção animal.

Para Briske et al. (2008) o método de pastoreio contínuo permite que os animais selecionem partes das plantas com maior qualidade, comparado ao método de pastoreio rotativo, o que no presente estudo explica o maior CMS para esse método de pastoreio ($P < 0,05$) em ambos períodos.

No presente estudo as equações propostas por Azevedo (2011) e Wang et al. (2009) apresentam boa acurácia na determinação do CMS por ovinos em pastos de azevém anual. Isso pelo fato das equações apresentarem maior coeficiente de determinação, menor AICc e BIC (Tabela 6), comparado a equação proposta por Peripolli et al. (2011). Equação essa apresentando pouca sensibilidade, ou seja, com o aumento da concentração de nitrogênio nas fezes dos animais, o CMS é pouco modificado, sendo que na maioria dos casos o CMS é subestimando. A equação proposta por Wang et al. (2009) foi considerada mais acurada por apresentar menor valor de AICc, BIC e maior coeficiente de determinação.

Para Carvalho et al. (2007) as principais críticas a técnica do NF referem-se a necessidade de se obter uma equação para cada situação de pastejo (espécie forrageira, nível de adubação nitrogenada, ciclo vegetativo, localização geográfica, entre outros). Entretanto, a partir dos dados descritos nesse estudo, surge uma nova resposta, onde a equação geral de digestibilidade proposta por Wang et al. (2009) utilizando o NF, fornece valores acurados, independente do tipo de forragem e local onde foi feita a equação, uma vez que uma equação gerada na China com diferentes espécies de pasto pode ser utilizada com precisão no Brasil com pastos considerados homogêneos (azevém anual). David (2012) gerou uma equação de

digestibilidade para ovinos em pastos de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) e encontraram a mesma resposta, quando compararam sua equação com a equação proposta por Wang et al. (2009).

Para a técnica dos n-alcanos, alguns autores citam que a concentração dos n-alcanos variam entre espécies forrageiras, estágio morfológico e entre componentes de uma mesma planta (Mayes & Dove, 2000; Dove & Mayes, 2006). No presente estudo, o par de n-alcanos $C_{31}:C_{32}$ mostrou-se mais eficaz na estimativa do CMS por ovinos em pastos de azevém anual, comparado ao par de n-alcanos $C_{33}:C_{32}$. A maioria dos resultados descritos na literatura, evidenciam que o fator mais importante para saber qual o par de n-alcanos deve ser utilizado para o cálculo é a recuperação fecal semelhantes entre o n-alcano dosado e o natural (Mayes et al., 1986; Dove & Mayes, 1991; Dove & Mayes, 1996; Berry et al., 2000). Entretanto, Dove & Mayes (1991) recomendam que o n-alcano presente no pasto deve apresentar uma concentração mínima de 50 mg kg MS^{-1} para ser considerado eficiente na estimativa de consumo. O uso de n-alcanos com baixas concentrações na dieta representa importantes fontes de erro (Mayes & Dove, 2000).

Isso explica a maior acurácia do par de n-alcanos $C_{31}:C_{32}$ nesse estudo. Apesar dos n-alcanos C_{32} e C_{33} apresentarem uma recuperação fecal mais semelhantes (Tabela 4), comparado aos n-alcanos C_{32} e C_{31} , o pasto de azevém anual apresentar maior concentração do n-alcano C_{31} (média de 214,3 e 272,5 mg kg MS^{-1} , Período 1 e 2, respectivamente), comparado ao n-alcano C_{33} (média de 58,4 e 27,3 mg kg MS^{-1} , Período 1 e 2, respectivamente), sendo os valores do n-alcano C_{33} próximos e/ou bem menores do valor mínimo

recomendado, o que possivelmente foi o principal fator da ineficiência do n-alcano C₃₃.

Como todas as equações que utilizaram o n-alcano C₃₁ apresentaram acurácia na determinação do CMS, a equação proposta por Aguiar et al. (2013) (3) foi escolhida principalmente por apresentar menor valor BIC, AICc e por não utilizar o n-alcano C₃₂ da forragem no cálculo, o qual segundo Aguiar et al. (2013) se apresenta em quantidades baixas e variáveis nas forragens, podendo ocasionar maior erro.

A técnica do NF mostrou mais acurácia na determinação do CMS por ovinos em pastos de azevém anual, comparado com a técnica do par de n-alcano C₃₁:C₃₂. Em geral os n-alcenos superestimaram o CMS ($P < 0,05$) (Figura 2).

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos para testar e aperfeiçoar as técnicas para determinar o consumo e digestibilidade de ruminantes em pastejo. Para a técnica dos n-alcenos a principal desvantagem e, que pode ter sido o principal fator da superestimava dos dados nesse estudo, é a amostragem da forragem. Mayes & Dove (2000) enfatizam a importância de amostragens representativas do pasto.

Ferri et al. (2008), compararam diferentes metodologias para estimar o consumo de matéria orgânica (CMO) de ovinos em pastejo (*Panicum coloratum* L.), sendo que os autores concluíram que existe maior correlação com a coleta total de fezes e estimativa da digestibilidade tanto *in vitro* quanto via NF, quando comparado a técnica dos n-alcenos, metodologia a qual superestima o CMO, resposta essa semelhante a descrita no presente estudo.

Os autores consideram que esse fato pode ter ocorrido devido a erros na amostragem do pasto. Já Morais et al. (2010) observaram resultados inversos aos descritos no presente estudo, onde os pares de n-alcenos $C_{31}:C_{32}$ e $C_{33}:C_{32}$ subestimam o CMS de bovinos alimentados com uma gramínea tropical (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). Entretanto a maioria dos estudos que utilizaram a técnica dos n-alcenos para estimar o CMS, consideram a técnica eficaz (Piasentier et al., 1995; Dove et al. 2002; Fukumoto et al., 2007; Oliván et al., 2007; Pérez-Ramírez et al., 2012).

A acurácia da técnica do NF em predizer o CMS por animais em pastejo encontrada no presente estudo corrobora com vários trabalhos da literatura (Boval et al., 1996; Boval et al., 2003; Azevedo, 2011; David, 2012). Boval et al. (2003) e Lukas et al. (2005) afirmam que estabelecer equações específicas pode limitar o uso dessa metodologia. E que equações gerais podem ser consideradas boas, fato esse demonstrado no presente estudo.

Embora a técnica do NF seja acurada, seu principal limitante é a necessidade de fazer coletas totais de fezes, impossibilitando de utilizar fêmeas, por causa da contaminação das fezes com urina e a dificuldade de fazer coletas totais de fezes em bovinos. Entretanto, essa técnica não necessita da amostragem da forragem (Penning, 2004), sendo necessário apenas saber o conteúdo de nitrogênio nas fezes, o qual é facilmente determinado e o custo é menor, comparado à técnica dos n-alcenos.

3.5 Conclusões

O consumo de matéria seca por ovinos em pastos de azevém anual

é maior no método de pastoreio contínuo comparado com o método de pastoreio rotativo, independente da intensidade de pastejo (moderada e baixa).

Para a técnica dos n-alcenos, o par $C_{31}:C_{32}$ é o mais eficiente na estimativa do consumo de matéria seca por ovinos em pastos de azevém anual.

A técnica do nitrogênio fecal estima com mais acurácia o consumo de matéria seca por ovinos em pastos de azevém anual, sendo que a técnica dos n-alcenos superestima os valores.

3.6 Referências

Aguiar, A.S., Forbes, T.D.A., Rouquette Jr., F.M., Tedeschi, L.O., Randel, R. D., 2013. Evaluating the statistical variation in estimating forage dry matter intake of grazing Brahman bulls using n-alkanes. *J. Agr. Sci.*, 151, 129–140.

Akaike H., 1974. A new look at the statistical model identification. *IEEE Trans Automat Contr AC* 19, 716-723.

Azevedo, E.B., 2011. Consumo e utilização de nutrientes por ovinos em pastagem de azevém anual. PhD thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Barthram, G.T., 1985. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: *The Hill Farming Research Organization Biennial Report 1984/1985*. Penicuik: HFRO, p.29-30.

Berry, N.R., Scheeder, M.R.L., Sutter, F., Kröber, T.F., Kreuzer, M., 2000. The accuracy of intake estimation based on the use of alkane controlled release capsules and faeces grab sampling in cows. *Ann. Zootech.*, v.49, p.3-13.

- 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. Agr. Sci.*, v.140, p.443–450.
- 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.*, v.45, p.121-134.
- Briske, D.D., Derner, J.D., Brown, J.R., Fuhlendorf, S.D., Teague, W.R., Havstad, K.M., Gillen, R.L., Ash, A.J., Willms, W.D., 2008. Rotational Grazing on Rangelands: Reconciliation of Perception and Experimental Evidence. *Rangeland Ecology & Management*, v.61, p.3–17.
- 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. *Braz. J. Anim. Sci.*, v.36, p.151-170 (in Portuguese).
- 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., Champaign*, v.69, p.413-422.
- David, D.B., 2012. Uso de indicadores fecais e urinários para monitoramento nutricional de ovinos em pastejo. PhD thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Dove H., Mayes R.W., 1996. Plant wax components: A new approach to estimating intake and diet composition in herbivores, *J. Nutr.* 126, 13–26.
- Dove, H., Mayes, R., 2006. Protocol for the analysis of n-alkanes and other plant-wax compounds and for their use as markers for quantifying the nutrient

- supply of large mammalian herbivores. *Nature Protocols*, v.1, p.1680-1697.
- Dove, H., Mayes, R.W., 1991. The use of plant waxes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. *Aust. J. Agr. Res.*, 42, 913-952.
- Dove, H., Scharch, C., Oliván, M., Mayes, R.W., 2002. Using n-alkanes and known supplement intake to estimate roughage intake in sheep. *Anim. Prod. Aust.* Vol. 24: 57-60.
- Ferri, C.M, Stritzler, N.P., Brizuela, M.A., Pagella, H.J. 2008.. comparison of four techniques to estimate forage intake by rams grazing on a *Panicum coloratum* L. pasture. *Chilean J. Agr. Res.*, 68(3):248-256.
- Gordon, I.J. 1995. Animal-based techniques for grazing ecology research. *Small Ruminant Res.*, 16, 203-214.
- Forbes, J.M., 1987. Voluntary food intake and reproduction. *P. Nutr. Soc.*, 46, 193-201.
- Fukumoto, N.M., Damasceno, J.C., Côrtes, C., Paine, R.C., Queiroz, M.F.S., Santos, G.T., Matsushita, M., 2007. Consumo e digestibilidade da matéria seca de feno de braquiária decumbens e amendoim forrageiro em ovinos estimados por meio de *n*-alcanos. *Braz. J. Anim. Sci.*, v.36, n.2, p.471-479 (in Portuguese).
- Hodgson, J., 1990. *Grazing Management: Science into Practice*. New York: John Wiley & Sons, 203p.
- Johnson, A.D., 1978. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: Manejte, L.T. (Ed.). *Measurement of grassland vegetation and animal production*. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureau, pp.96-102.

- Klingman, D.L., Miles, S.R. Mott, G.O., 1943. The cage method for determine consumption and yield of pasture herbage. *Agron. J.*, 35, 739-746.
- Lippke, H. 2002. Estimation of forage intake by ruminants on pasture. *Crop Sci.* 42:869-872.
- Mayes, R. W., Dove, H. 2000. Measurement of dietary nutrient intake in free-ranging mammalian herbivores. *Nut. Res. Reviews*, 13: 107-138.
- Mayes, R.W., Lamb, C.S., Colgrove, P.M., 1986. The use of dosed and herbage n-alkanes as markers for the determination of herbage intake. *J. Agr. Sci.*, v.107, p.161-170.
- Mertens, D.R., 1994. Regulation of forage intake, In: FAHEY, G.C. (Eds.) *Forrage quality, evaluation and utilization*. Washington: American Society of Agronomy. p.450-493.
- Minson, D.J., 1990. *Forage in ruminant nutrition*. San Diego: Academic Press. 483p.
- Morais, J.A.S., Berchielli, T.T., Veja, A., Queiroz, M.F.S., Keli, A. , Reis, R.A. Bertipaglia, L.M.A., Souza, S.F., 2011. The validity of n-alkanes to estimate intake and digestibility in Nellore beef cattle fed a tropical grass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). *Livest. Sci.*, v 135, p. 184-192.
- 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, 1952. Proceedings...* Pennsylvania, pp.1380-1385.
- National Research Council - NRC., 2007. *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new worlds camelids*. Washington: National Academic Press, 384p.

- Oliván, M., Ferreira, L.M.M., Celaya, R., Osoro, K., 2007. Accuracy of the n-alkane technique for intake estimates in beef cattle using different sampling procedures and feeding levels. *Livest. Sci.*, 106, 28–40.
- Penning, P.D., 2004. Animal-based techniques for estimating herbage intake. In: PENNING, P.D. (Ed.). *Herbage intake handbook*. 2.ed. Reading: British Grassland Society. p.53-93.
- Pérez-Ramírez, E., Peyraud, J. L., Delagarde, R., 2012. . N-alkanes v. ytterbium/faecal index as two methods for estimating herbage intake of dairy cows fed on diets differing in the herbage : maize silage ratio and feeding level. *Animal*, 6:2, p. 232–244.
- 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. Tech.*, Amsterdam, 163, 170–176.
- Piasentier, E., Bovolenta, S., Malossini, F., Susmel, P., 1995. Comparison of n-alkanes or chromium oxide methods for estimation of herbage intake by sheep. *Small Ruminant Res.*, 18, 27-32
- Pontes, L.S., Carvalho, P.C.F.C., Nabinger, C., Soares, A.B., 2004. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. *Braz. J. Anim. Sci.*, Viçosa, v.33, n.3, p.529-537, 2004 (in Portuguese).
- Pontes, L.S., Nabinger, C., Carvalho, P.C.F., Trindade, J.K., Montardo, D.P., Santos, R.J., 2003. Variáveis morfogênicas e estruturais de Azevém Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. *Braz. J. Anim. Sci.*, v.32, p.814-820 (in Portuguese).

Poppi, D.P.; Hughes, T.P.; L'huillier, P.J., 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. In: Nicol, A.M. (Ed.). Livestock feeding on pasture. [S.l]: New Zealand Society of Animal Production, p.55-64.

Van Soest, P.J.; Robertson, J.B., 1985. Analysis of forages and fibrous foods - a laboratory manual for animal science. Ithaca: Cornell University, 202p.

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. Tech., v.149, p.199-208.

4 CAPÍTULO IV

4.1 Considerações finais

A partir dos resultados encontrados nesse estudo, conseguimos compreender e responder algumas perguntas relacionadas ao uso de diferentes estratégias de manejo do pasto. No geral, as hipóteses testadas foram confirmadas, e a partir disso surgiram novas perguntas, que devem ser respondidas por novos estudos.

No Capítulo II, constatamos que a estrutura do pasto é modificada pelos métodos de pastoreio e intensidades de pastejo, afetando o consumo de matéria seca, desempenho animal e a produção de metano por área de ovinos em pastejo. Enquanto a intensidade de pastejo moderada apresenta maior emissão de metano por área, o método de pastoreio contínuo é o mais eficiente, por apresentar menor emissão de metano por kg de ganho de peso vivo, independente da intensidade de pastejo.

No Capítulo III, concluímos que a técnica do nitrogênio fecal estima com mais acurácia o consumo de matéria seca por ovinos em pastos de azevém anual, sendo que a técnica dos n-alcanos superestima os valores. Isso nos leva a pensar que novos ensaios de digestibilidade utilizando o nitrogênio fecal devem ser realizados, primeiramente para verificar o tempo de coleta total de fezes, se esse pode ser reduzido, por exemplo.

Já para os n-alcanos, fazer treinamentos com pessoas para observar o comportamento dos animais em pastejo, os quais devem observar com precisão o que os animais estão consumindo, para que a amostragem do pasto seja bem feita, diminuindo os erros. Realizar testes de digestibilidade com os n-alcanos em nossas condições, para aferir com certeza a eficácia ou

não dessa técnica, pois na maioria dos casos, a literatura relata valores muito precisos para essa metodologia, o que não foi comprovado no presente estudo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, G. A. **Consumo de forragem e emissão de metano por ovinos em ambientes pastoris**. 2011. 116 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

ANGHINONI, I. et al. Benefícios da integração lavoura-pecuária sobre a fertilidade do solo em sistema plantio direto. **Fertilidade do Solo em Plantio Direto**, Ponta Grossa, 2011. 31 p. No prelo.

ALVARADO, P. I. **Consumo, digestibilidad y composición botánica de la dieta de ovinos de genotipos diferentes en pastoreos primaverales de pasturas polifíticas, estimados con el método de los n-alcanos**. 2001. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, 2001.

AZEVEDO, E. B. **Consumo e utilização de nutrientes por ovinos em pastagem de azevém anual**. 2011. 349 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

BAGGIO, C. et al. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 215-222, 2009.

BEAUCHEMIN, K. A. et al. Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada: a case study. **Agricultural System**, Barking, v. 103, p. 371-379, 2010.

BEAUCHMIN, K. A. et al. Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emission from cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 1990-1996, 2007.

BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G.; GARCIA, A. V. 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.

BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, p. 1465-1483, 1984.

BERRY, N. R. et al. The accuracy of intake estimation based on the use of alkane controlled-release capsules and faeces grab sampling in cows. **Annales Zootechnie**, Versailles, v. 49, p. 3-13, 2000.

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.

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

BREMM, C. **Padrões de ingestão e deslocamento de bovinos e ovinos em ambientes pastoris complexos**. 2010. 182 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

BRISKE, D. D. et al. Rotational Grazing on Rangelands: Reconciliation of Perception and Experimental Evidence. **Rangeland Ecology & Management**, Lakewood, v. 61, p. 3-17, 2008.

CARDOSO, A. S. **Avaliação das emissões de gases de efeito estufa em diferentes cenários de intensificação de uso das pastagens no Brasil Central**. 2012. 99 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

CARVALHO, J. L. N. et al. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 277-289, 2010a.

CARVALHO, P. C. F. et al. Manejo da Integração Lavoura-Pecuária para a região de clima subtropical. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 10., 2006, Uberaba, MG. **Anais...** [Ponta Grossa: FEBRAPDP], 2006. p. 177-184. Tema: Integrando agricultura, pecuária e meio ambiente.

CARVALHO, P. C. F. et al. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS, 10., 2005, Canoas. **Anais...** Canoas: Ed. ULBRA, 2005. p. 7-44. Ênfase: Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia.

CARVALHO, P. C. F. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 88, p. 259-27, 2010.

CARVALHO, P. C. F. et al. **Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil**. Porto Alegre: UFRGS, 2011. 60 p.

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.; PRACHE, S.; DAMASCENO, J. C. O processo de pastejo: Desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999,

Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. v. 2, p. 253-268.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**: safra 2010/2011, décimo levantamento, julho de 2011. Brasília, 2011. 45 p.

COTTLE, D. J.; NOLAN, J. V.; WIEDEMANN, S. G. Ruminant enteric methane mitigation: a review. **Animal Production Science**, Melbourne, v. 51, p. 491–514, 2011.

DA TRINDADE, J. K. **Comportamento e consumo de forragem de bovinos de corte em pastagem natural complexa**. 2009. 208 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

DAVID, D. B. **Uso de indicadores fecais e urinários para monitoramento nutricional de ovinos em pastejo**. 2012. 143 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

DOVE, H.; MAYES, R. W. Plant wax components: a new approach to estimating intake and diet composition in herbivores, **The Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 126, p. 13–26, 1996.

DOVE, H.; MAYES, R. W. The use of plant wax alkane as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 42, p. 913-952, 1991.

EVERS G.; NELSON, L. R. Grazing termination date influence on annual ryegrass seed production and reseeding in the South-Eastern USA. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 1724-1728, 2000.

FAO. **Sete Lagoas “Consensus” on integrated crop-livestock systems for sustainable development (IC-LSD) 26 march 2010**. Rome, 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/ic-lsd/consensus/en/>>. Acesso em: 07 mar. 2013.

FAO. **Livestock’s long shadow**: environmental issues and options. Rome, 2006.

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.

FERRI, C. M. et al. comparison of four techniques to estimate forage intake by rams grazing on a *Panicum coloratum* L. pasture. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 68, n. 3, p. 248-256, 2008.

FONSECA, L. et al. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in Sorghum bicolor. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 145, p. 205–211, 2012.

FORBES, J. M. Voluntary food intake and reproduction. **Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 46, p. 193-201, 1987.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. In: BERCHIELLI, T. T. (Ed.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583 p.

FRANZLUEBBERS, A. J. Achieving soil organic carbon sequestration with conservation agricultural systems in the Southeastern United States. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 74, p. 347-357, 2010.

GERE, J. I.; GRATTON, R. Simple, low-cost flow controllers for time averaged atmospheric sampling and other applications. **Latin American Applied Research**, Buenos Aires, v. 40, p. 377-381, 2010.

GONÇALVES, E. N. **Comportamento ingestivo de bovinos e ovinos em pastagem natural da depressão central do Rio Grande do Sul**. 2007. 138 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

GORDON, I. J.; LASCANO, C. Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grasslands: potential and constraints. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, 1993. p. 681-690.

GORDON, I. J. Animal-based techniques for grazing ecology research. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 16, p. 203-214, 1995.

HAMMOND, K. J. et al. Effects of feed intake on enteric methane emissions from sheep fed fresh white clover (*Trifolium repens*) and perennial ryegrass (*Lolium perenne*) forages. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 179, p. 121-132, 2013.

HAMMOND, K. J. et al. Effects of feeding fresh white clover (*Trifolium repens*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*) on enteric methane emissions from sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 166-167, p. 398-404, 2011.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 203 p.

HULSHOF, R. B. A. et al. Dietary nitrate supplementation reduces methane emission in beef cattle fed sugarcane-based diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, p. 2317-2323, 2012.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2007: synthesis report**. Geneva, 2007. 104 p. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

JOHNSON, K. et al. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a sulfur hexafluoride tracer technique. **Environmental Science & Technology**, Easton, v. 28, p. 359-362, 1994.

JOHNSON, K. A.; JOHNSON, D. E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 2483-2492, 1995.

JOHNSON, K. A.; WARD, G. M. Estimates of animal methane emissions. **Environmental Monitoring and Assessment**, Dordrecht, v. 42, p. 133-141, 1996.

KELI, A. **Utilización de los alcanos en el ganado ovino: comportamiento en el tracto digestivo y posibles alternativas**. 2006. 244 f. Tesis (Doutorado) - Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2006.

KEULEN, H.; SCHIERE, H. Crop-livestock systems: old wine in new bottles. In: FISCHER, T. et al. (Ed.). **New directions for a diverse planet**. Madison: Crop Science Society of America, 2004. 1 CD ROM. Proceedings of the IV International Cropscience Congress, Brisbane, Australia, 2004.

KURIHARA, M. et al. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 81, p. 227-234, 1999.

LASSEY, K. R. et al. On the performance of SF6 permeation tubes used in determining methane emission rates from grazing livestock. **Chemosphere - Global Change Science**, Oxford, v. 3, p. 367-376, 2001.

MARTIN, C.; MORGAVI, D. P.; DOREAU, M. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. **Animal**, Cambridge, v. 4, n. 3, p. 351-365, 2010.

MAYES, R. W.; LAMB, C. S. The possible use of n-alkanes as indigestible faecal markers. **Proceedings of Nutrition Society**, London, v. 43, n. 1/3, p. 39, 1984.

MAYES, R. W.; LAMB, C. S.; COLGROVE, P. M. The use of dosed and herbage n-alkanes as markers for the determination of herbage intake. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 107, p. 161-170, 1986.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Washington: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

MEZZALIRA, J. C. **O manejo do pastejo em ambientes pastoris**

heterogêneos: comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem. 2009. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

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

MORAES, A. et al. Perspectivas da pesquisa em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no Brasil e os novos desafios. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012. 1 CD-ROM.

MORENZ, M. J. F. et al. Óxido de cromo e n-alcanos na estimativa do consumo de forragem de vacas em lactação em condições de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1535-1542, 2006.

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

MURRAY, R. M.; BRYANT, A. M.; LENG, R. A. Rates of production of methane in the rumen and large intestine of sheep. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 36, p. 1-14, 1976.

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

PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R.; HARVEY, A. Use of a model to optimise the interaction between the frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 43, n. 1, p. 49-59, 1988.

PEDREIRA, M. S. et al. Ruminant methane emission by dairy cattle in Southeast Brazil. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 66, p. 742-750, 2009.

PELCHEN, A.; PETERS, K. J. Methane emissions from sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 27, p. 137-150, 1998.

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.

PETERS, G. M. et al. Red meat production in Australia: life cycle assessment

and comparison with overseas studies. **Environment Science & Technology**, Washington, v. 44, p. 1327-1332, 2010.

PHETTEPLACE, H. W.; JOHNSON, D. E.; SEIDL, A. F. Greenhouse gas emissions from simulated beef and dairy livestock systems in the United States. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 60, p. 99-102, 2001.

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.

PINARES-PATIÑO, C. S et al. Extending the collection length of breath samples for methane emission estimation using the SF6 tracer technique. In: GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 2010, Banff. **Proceedings...** Banff, Canadá, 2010. p. 49.

PINARES-PATIÑO, C. S. et al. Persistence of differences between sheep in methane emission under generous conditions. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 140, p. 227-233, 2003a.

PINARES-PATIÑO, C. S. et al. Methane emission by alpaca and sheep fed on Lucerne hay or grazed on pastures of perennial ryegrass/white clover or birdsfoot trefoil. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 140, p. 215-226, 2003b.

PONCE, C. H. et al. Effects of type of ionophore and carrier on *in vitro* ruminal dry matter disappearance, gas production, and fermentation end products of a concentrate substrate. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 171, p. 223-229, 2012.

PRACHE, S.; GORDON, I. J.; ROOK, A. J. Foraging behaviour and diet selection in domestic herbivores. **Annales de Zootechnie**, Les Ulis, v. 47, p. 335-345, 1998.

PUCHALA, R. et al. The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 182-186, 2005.

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

RODRIGUES, N. M.; SALIBA, E. O. S.; GUIMARÃES Jr., R. Uso de

indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. 1 CD-ROM.

SÁNCHEZ CHOPA, F. **Eficiencia de utilizacion del nitrógeno consum por terneiros em pastoreo alimentados com dietas com diferentes relaciones de nitrógeno: carbohidratos degradables no rumen.** 2012. 133 f. Tesis (Doctorado) - Universidad Nacional de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, 2012.

SANTOS, H. P. et al. Gramíneas anuais de inverno. In: SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S. (Ed.). **Forrageiras para integração lavoura-pecuária.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009.

SEJIAN, V. et al. Measurement and prediction of enteric methane emission. **International Journal of Biometeorology**, New York, v. 55, p. 1-16, 2011.

SMITH, P. et al. Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 118, p. 6-28, 2007.

SOUZA, E. D. et al. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração agricultura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1273-1282, 2008.

SOUSSANA, J. F. et al. Full accounting of the greenhouse gas (CO₂, N₂O, CH₄) budget of nine European grassland sites. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 121, p. 121-134. 2007.

SUN X. Z. et al. Sheep fed forage chicory (*Cichorium intybus*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*) have similar methane emissions. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 172, p. 217-225, 2012.

ULLYAT, M. J. et al. Methane emission from sheep grazing four pastures in late summer in New Zealand. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 48, p. 385-390, 2005.

ULLYATT, M. J. et al. Methane emission from dairy cows and wether sheep fed subtropical grass-dominant pastures in midsummer in New Zealand. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 45, p. 227-234, 2002.

VALADARES FILHO, S. C. et al. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. 1 CD-ROM.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** New York: Cornell

University Press, 1994. 476 p.

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.

WANG, Y. Y. et al. Concentration profiles of CH₄, CO₂ and N₂O in soils of a wheat–maize rotation ecosystem in North China Plain, measured weekly over a whole year. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 164, p. 260-272, 2013.

WARNER, A. C. I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Farnham Royal, v. 51, p. 789-820, 1981.

6 APÊNDICES

Apêndice 1. Normas utilizadas para redação do capítulo II.



AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT

An International Journal for Scientific Research on the Interaction Between Agroecosystems and the Environment

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

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



ISSN: 0167-8809

DESCRIPTION

Agriculture, Ecosystems & Environment publishes scientific articles dealing with the interface between **agroecosystems** and the **natural environment**, specifically how **agriculture** influences the environment and how changes in that environment impact agroecosystems. Preference is given to papers from experimental and observational research at the field, system or landscape level, complemented as appropriate by dynamic and statistical modelling, that bridge scientific disciplines, integrate knowledge, and are placed in an international or wide comparative context.

The focus is on the following areas:

- Biological and physical characteristics of agroecosystems including land, air, and water quality.
- Ecology, diversity and sustainability of agricultural systems.
- Relationships between agroecosystems and the natural environment.
- Agroecosystem and global environmental changes including climate change and air pollution.
- Ecological consequences of intensification, soil degradation, waste application, irrigation, and mitigation options.
- Environmental implications of agricultural land use and land use change.

All manuscripts are initially screened on their topic suitability and linguistic quality. The following topics are discouraged unless they provide new information regarding processes operating at the agroecosystem-environment interface: inventory and survey analysis and impact assessment, including life cycle and emergy analysis; greenhouse or laboratory-based studies; development of models or methodologies; studies that are purely agronomic, socio-economic, or political.

A section of this journal is published as the companion journal *Applied Soil Ecology*.

Please bookmark this page as: <http://www.elsevier.com/locate/agee>

For more information/suggestions/comments please contact AuthorSupport@elsevier.com

AUDIENCE

Scientists in Agriculture, Forestry, Ecology and the Environment, Administrators and Policy-Makers in these fields.

IMPACT FACTOR

2011: 3.004 © Thomson Reuters Journal Citation Reports 2012

ABSTRACTING AND INDEXING

AGRICOLA
 BIOSIS
 Biological and Agricultural Index
 Current Contents/Agriculture, Biology & Environmental Sciences
 EMBiology
 Ecological Abstracts
 Elsevier BIOBASE
 Environmental Abstracts
 Environmental Periodicals Bibliography
 GEOBASE
 Science Citation Index
 Scopus
 TROPAG/RURAL Database

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief:

J. Fuhrer, Agroscope Reckenholz-Taenikon ART, Zürich, Switzerland, **Email:** juerg.fuhrer@art.admin.ch

Associate Editors

J.P. Aeschlimann, Montpellier, France
C. Boutin, Carleton University, Ottawa, ON, Canada
M. Carter, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Charlottetown, PE, Canada
A.C. Edwards, Crop & Soil Systems, SRUC, Aberdeen, UK
S. Saggar, Manaaki Whenua Landcare Research, Palmerston North, New Zealand
G. Seneviratne, Institute of Fundamental Studies, Kandy, Sri Lanka
T.A. Veldkamp, University of Twente, Enschede, Netherlands

Editorial Advisory Board

B. Amon, Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Wien, Austria
A. Arunachalam, North Eastern Regional Inst. of Sci. & Technology, Nirjuli, Arunachal Pradesh, India
P. Audet, University of Ottawa, Ottawa, ON, Canada
E. Baggs, University of Aberdeen, Aberdeen, UK
K.L. Bailey, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Saskatoon, SK, Canada
N. Batjes, ISRIC - World Soil Information, Wageningen, Netherlands
F. Burel, Université de Rennes I, Rennes, France
K.N. Cahill, Lund University, Lund, Sweden
I. Cardoso, Federal University of Vicosa, Vicosa, Brazil
M. Centritto, National Research Council of Italy (CNR), Monterotondo Scalo RM, Italy
K.Y. Chan, University of New South Wales, Wagga Wagga, NSW, Australia
X. Chen, Zhejiang University, Zhejiang, China
F. Conen, Universität Basel, Basel, Switzerland
A. de Rouw, Paris, France
C. Drury, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Harrow, ON, Canada
F. Ewert, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn, Germany
L.G. Firbank, Institute of Grasslands and Environmental Research, Okehampton, UK
A.J. Franzluebbers, U.S. Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service (ARS), Watkinsville, GA, USA
M. Frei, Japan International Research Center for Agricultural, Tsukuba, Ibaraki, Japan
J. Helenius, University of Helsinki, University of Helsinki, Finland
W.B. Hoogmoed, Wageningen Universiteit, Wageningen, Netherlands
Y. Huang, Chinese Academy of Sciences (CAS), Beijing, China
M.J. Jones, Dorset, UK
M.B. Kirkham, Kansas State University, Manhattan, KS, USA
J. Leifeld, Research Station Agroscope Reckenholz, Zürich, Switzerland
F-M. Li, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu Province, China
Y. Li, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, China

N.Z. Lupwayi, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Lethbridge, AB, Canada
A. Légère, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Saskatoon, SK, Canada
E.J.P. Marshall, Marshall Agroecology Limited, Winscombe, UK
W.J. McConnell, Michigan State University, East Lansing, MI, USA
G. Moreno Marcos, Universidad de Extremadura, Plasencia, Spain
K. Mueller, AgeResearch Ltd., Hamilton, New Zealand
J. Nyamangara, Int. Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics (ICRISAT), Bulawayo, Zimbabwe
O. Oenema, Wageningen Universiteit, Wageningen, Netherlands
D.M. Olszyk, Corvallis, OR, USA
A. Ouin, INP ENSAT, Castanet-Tolosan, France
J. Pant, The WorldFish Center, Bayan Lepas, Penang, Malaysia
D. Pimentel, Cornell University, Ithaca, NY, USA
H. Pleijel, Göteborgs Universitet, Göteborg, Sweden
S.L. Poggio, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina
D.D. Poudel, University of Louisiana at Lafayette, Lafayette, LA, USA
A. Reenberg, University of Copenhagen, Copenhagen K, Denmark
M. Shiyomi, Ibaraki University, Mito, Japan
P. Smith, University of Aberdeen, Aberdeen, UK
L. Sparrow, Tasmanian Institute of Agricultural Research, Kings Meadows, TAS, Australia
M. Sperow, West Virginia University, Morgantown, WV, USA
F. Van der Pol, Royal Tropical Institute, Amsterdam, Netherlands
B. Vanlauwe, TSBF-CIAT, Nairobi, Kenya
E.F. Viglizzo, INTA Centro Regional La Pampa, Santa Rosa, La Pampa, Argentina
C. Wellstein, Universität Bayreuth, Bayreuth, Germany
H. Xiubin, Chinese Academy of Sciences (CAS), Yangling Shaanxi, China
H. Yao, Zhejiang University, Hangzhou, China

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

Agriculture, Ecosystems and Environment deals with the interface between agriculture and the environment. Preference is given to papers that develop and apply interdisciplinarity, bridge scientific disciplines, integrate scientific analyses derived from different perspectives of agroecosystem sustainability, and are put in as wide an international or comparative context as possible. It is addressed to scientists in agriculture, food production, agroforestry, ecology, environment, earth and resource management, and administrators and policy-makers in these fields.

The journal regularly covers topics such as: ecology of agricultural production methods; influence of agricultural production methods on the environment, including soil, water and air quality, and use of energy and non-renewable resources; agroecosystem management, functioning, health, and complexity, including agro-biodiversity and response of multi-species ecosystems to environmental stress; the effect of pollutants on agriculture; agro-landscape values and changes, landscape indicators and sustainable land use; farming system changes and dynamics; integrated pest management and crop protection; and problems of agroecosystems from a biological, physical, economic, and socio-cultural standpoint.

Types of papers

1. Original papers (Regular Papers) should report the results of original research. The material should not have been published previously elsewhere, except in a preliminary form.
2. Reviews should cover a part of the subject of active current interest. They may be submitted or invited.
3. 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 6 printed pages (about 12 manuscript pages, including figures, etc.).
4. In the section 'Comments', short commentaries on material published in the journal are included, together with replies from author(s).
5. The section 'News and Views' offers a forum for discussion of emerging or controversial ideas, or new approaches and concepts, in all areas covered by the journal. Contributions to this section should not occupy more than 2 printed pages (about 4 manuscript pages).

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>.

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 and verification

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 or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), 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 in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service CrossCheck <http://www.elsevier.com/editors/plagdetec>.

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 article 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>.

Open access

This journal does not ordinarily have publication charges; however, authors can now opt to make their articles available to all (including non-subscribers) via the ScienceDirect platform, for which a fee of \$3000 applies (for further information on open access see <http://www.elsevier.com/about/open-access/open-access-options>). Please note that you can only make this choice after receiving notification that your article has been accepted for publication, to avoid any perception of conflict of interest. The fee excludes taxes and other potential costs such as color charges. In some cases, institutions and funding bodies have entered into agreement with Elsevier to meet these fees on behalf of their authors. Details of these agreements are available at <http://www.elsevier.com/fundingbodies>. Authors of accepted articles, who wish to take advantage of this option, should complete and submit the order form (available at <http://www.elsevier.com/locate/openaccessform.pdf>). Whatever access option you choose, you retain many rights as an author, including the right to post a revised personal version of your article on your own website. More information can be found here: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop <http://webshop.elsevier.com/languageediting/> or visit our customer support site <http://support.elsevier.com> for more information.

Full Online 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.

All submissions must be accompanied by a **cover letter** detailing what you are submitting. Please indicate:

- The author to whom we should address our correspondence (in the event of multiple authors, a single 'Corresponding Author' must be named)
- A contact address, telephone/fax numbers and e-mail address
- Details of any previous or concurrent submissions. Please see our Authors' Rights section for more copyright information.
- It is also useful to provide the Editor-in-Chief with any information that will support your submission (e.g. original or confirmatory data, relevance, topicality).

Referees

Authors are required to identify four persons who are qualified to serve as reviewers. Authors are requested not to suggest reviewers with whom they have a personal or professional relationship, especially if that relationship would prevent the reviewer from having an unbiased opinion of the work of the authors. A working e-mail address for each reviewer is essential for rapid review in the event that reviewer is selected from those that are identified by the authors. You may also select reviewers you do not want to review your manuscript, but please state your reason for doing so.

PREPARATION

Use of wordprocessing software

It is important that the file be saved in the native format of the wordprocessor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the wordprocessor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your wordprocessor.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

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

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

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.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

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 phone 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

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Optional graphical abstract

A Graphical abstract is optional and should summarize the contents of the paper in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the paper. Graphical abstracts should be submitted with a caption. Supply captions separately, not attached to the graphical abstract. A caption should comprise a brief title (**not** on the graphical abstract itself). Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Maximum image size: 400 600 pixels (h w, recommended size 200 500 pixels). Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

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.

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.).

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).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article, using superscript Arabic numbers. Many wordprocessors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Table footnotes

Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the printed version.
- Submit each illustration 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

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, 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 (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

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.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

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

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

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.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

This journal has standard templates available in key reference management packages EndNote (<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>) and Reference Manager (<http://refman.com/support/rmstyles.asp>). Using plug-ins to wordprocessing packages, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article and the list of references and citations to these will be formatted according to the journal style which is described below.

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, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) 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., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. 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.

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 links to 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 has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address
- Phone numbers

All necessary files have been uploaded, and contain:

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

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' 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>.

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. Example of a correctly given DOI (in URL format; here an article in the journal *Physics Letters B*):

<http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059>

When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs 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 (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). For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints>). Authors requiring printed copies of multiple articles may use Elsevier WebShop's 'Create Your Own Book' service to collate multiple articles within a single cover (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints/myarticleservices/booklets>).

AUTHOR INQUIRIES

For inquiries relating to the submission of articles (including electronic submission) please visit this journal's homepage. For detailed instructions on the preparation of electronic artwork, please visit <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. 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 at <http://www.elsevier.com/authorFAQ> and/or contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

© Copyright 2012 Elsevier | <http://www.elsevier.com>

Apêndice 2. Normas utilizadas para redação do capítulo III.



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.2
• Impact Factor	p.2
• 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.

Manuscripts must be prepared in accordance with the journal's Guide for Authors.

Before preparing their manuscript, it is suggested that authors examine the following editorials by the Editors-in-Chief:

Editorial on terminology and analytical methods (*Anim. Feed Sci. Technol.* 118 (2005) 181-186)

Editorial on experimental design and statistical criteria (*Anim. Feed Sci. Technol.* 129 (2006) 1-11)

Editorial on general suggestions and guidelines (*Anim. Feed Sci. Technol.* 134 (2007) 181-188)

Editors comments on plagiarism (*Anim. Feed Sci. Technol.* 154 (2009) 292-293)

Editorial on review techniques and responding on editorial comments (*Anim. Feed Sci. Technol.* 155 (2010) 81-85)

Editorial on use of replicates in statistical analyses in papers submitted for publication in *Animal Feed Science and Technology* (*Anim. Feed Sci. Technol.* 171 (2012) 1-5)

For an example of a sample manuscript [click here](#).

AUDIENCE

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

IMPACT FACTOR

2011: 1.691 © Thomson Reuters Journal Citation Reports 2012

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

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

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

Statistical Advisors:

J. Craigon, Nottingham UK

J.G. Fadel, Davis, CA, USA

T.R. Famula, Davis, CA, USA

M.A. Ibáñez, Madrid, Spain

Book Review Editor:

G. Flachowsky, Braunschweig, Germany

Senior Editorial Advisory Board:

V. Bampidis, Thessaloniki, Greece

R. Campbell, Willaston, SA, Australia

D. Colombatto, Buenos Aires, Argentina

J.W. Cone, Wageningen, The Netherlands

M. Fondevila, Zaragoza, Spain

K.M. Koenig, Lethbridge, AB, Canada

C. Lopez Bote, Madrid, Spain

G. Mateos, Madrid, Spain

V. Mlambo, St Augustine, Trinidad & Tobago

F.N. Owens, Johnston, IA, USA

D.L. Palmquist, Wooster, OH, USA

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.J.B. Cabrita, Vairão, VC, Portugal
S. Calsamiglia, Barcelona, Spain
P. Chilibroste, Paysandu, Uruguay
J. Cuarón, Mexico
J. De Boever, Melle, Belgium
R. Dixon, Rockhampton, Australia
E. Evans, Bowmanville, ONT, Canada
L. Fiems, Melle, Belgium
J. Garcia, Madrid, Spain
H. Gonda, Tandil, Argentina
F. Grosjean, Le Plesis Pâté, France
W. Hendriks, Wageningen, The Netherlands
P.C. Hoffman, Marshfield, WI, USA
S.S.O. Hung, Davis, CA, USA
K.F. Kalscheur, Brookings, SD, USA
Y. Kotzamanis, Athens, Greece
J. Kowalczyk, Jablonna, Poland
U. Krishnamoorthy, Bangalore, India
M.D. Lindemann, Lexington, KY, USA
J. Liu, Hangzhou, China
C.J. Lopez-Bote, Madrid, Spain
J. Lowe, Isle of Wight, UK
J. Miron, Bet-Dagan, Israel
B. Mullan, South Perth, Western Australia
M.L. Nelson, Pullman, WA, USA
P. O'Kiely, Dunsany, Co. Meath, Ireland
A.K. Patra, Kolkata, India
J. Perez, Barcelona, Spain
H. Petit, Sherbrooke, QC, Canada
E. Prestløkken, Ås, Norway
R.D. Rawles, Stuttgart, AR, USA
M. Rinne, Jokioinen, Finland
C. Rymer, Reading, UK
N. Schreurs, Palmerston North, New Zealand
P. Selle, Camden, Australia
K. Shingfield, Jokioinen, Finland
K. Swanson, Urbana, IL, USA
M.-L. Swift, Lacombe, Canada
J. Takahashi, Obihiro, Japan
H. van Laar, Boxmeer, The Netherlands
M. Viana, Ensenada, Mexico
H. Volden, Ås, Norway
R.J. Wallace, Aberdeen, UK
P. Wolf, Hannover, Germany
W. Yang, Lethbridge, AB, Canada

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

Types of article

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 or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), 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 article 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 (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop <http://webshop.elsevier.com/languageediting/> or visit our customer support site <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 three 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 phone 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 botanica (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.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the printed version.
- Submit each illustration 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

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, 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 (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- 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, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) 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., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51-59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. 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/content/references/corejournals>.

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 links to 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 has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address
- Phone numbers

All necessary files have been uploaded, and contain:

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

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' 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. Example of a correctly given DOI (in URL format; here an article in the journal *Physics Letters B*):

<http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059>

When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs 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 (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). For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints>). Authors requiring printed copies of multiple articles may use Elsevier WebShop's 'Create Your Own Book' service to collate multiple articles within a single cover (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints/myarticlesservices/booklets>).

AUTHOR INQUIRIES

For inquiries relating to the submission of articles (including electronic submission) please visit this journal's homepage. For detailed instructions on the preparation of electronic artwork, please visit <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. 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 at <http://www.elsevier.com/authorFAQ> and/or contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

© Copyright 2012 Elsevier | <http://www.elsevier.com>

Apêndice 3. Dados individuais referentes à emissão de metano e consumo de material seca (CMS) por ovinos (Capítulo II).

Método	Intensidade	Pot.	Animal	Ano	Categoria	Período	Peso vivo (Kg)	CH ₄ (g dia ⁻¹)	CMS (g dia ⁻¹)	g CH ₄ kg CMS ⁻¹	CEB (%)
Contínuo	Moderada	1	269	2011	Cordeiro	1	34,1	21	1100	19	6,1
Contínuo	Moderada	1	151	2011	Cordeiro	1	37,9	24	1263	19	6,1
Contínuo	Baixa	2	268	2011	Cordeiro	1	46,2	24	1404	17	5,5
Contínuo	Baixa	2	242	2011	Cordeiro	1	39,3	-	1551	23	7,3
Contínuo	Moderada	4	276	2011	Cordeiro	1	32,7	22	1172	19	5,9
Contínuo	Moderada	4	289	2011	Cordeiro	1	40,4	23	1616	14	4,5
Contínuo	Moderada	4	393	2011	Cordeiro	1	32,3	24	1008	24	7,6
Contínuo	Moderada	5	815	2011	Cordeiro	1	42,8	19	1421	14	4,3
Contínuo	Moderada	5	519	2011	Cordeiro	1	41,2	25	1620	15	4,9
Rotativo	Moderada	6	261	2011	Cordeiro	1	28,7	17	848	20	6,4
Rotativo	Moderada	6	400	2011	Cordeiro	1	32,9	20	983	21	6,6
Rotativo	Baixa	7	267	2011	Cordeiro	1	31,4	30	1521	20	6,0
Rotativo	Baixa	7	86	2011	Cordeiro	1	39,4	20	1501	13	4,0
Rotativo	Moderada	9	94	2011	Cordeiro	1	28,1	19	951	20	5,9
Rotativo	Moderada	9	91	2011	Cordeiro	1	29,8	17	1039	16	4,8
Rotativo	Moderada	9	388	2011	Cordeiro	1	28,7	19	959	20	5,9
Rotativo	Moderada	10	69	2011	Cordeiro	1	30,4	28	874	32	9,4
Rotativo	Moderada	10	59	2011	Cordeiro	1	20,7	23	767	30	9,0
Rotativo	Baixa	11	218	2011	Cordeiro	1	32,1	25	1093	23	7,0
Rotativo	Baixa	11	53	2011	Cordeiro	1	26,4	29	1160	25	7,9
Rotativo	Baixa	11	285	2011	Cordeiro	1	36	30	1638	19	5,8
Contínuo	Baixa	12	96	2011	Cordeiro	1	46,6	33	1472	22	6,5
Contínuo	Baixa	12	280	2011	Cordeiro	1	36,6	25	1238	20	5,9
Contínuo	Baixa	12	811	2011	Cordeiro	1	36,3	22	1373	16	4,7
Rotativo	Baixa	14	291	2011	Cordeiro	1	29,2	19	811	24	7,1
Rotativo	Baixa	14	392	2011	Cordeiro	1	25,8	17	1038	16	4,8
Contínuo	Baixa	15	220	2011	Cordeiro	1	36,8	30	1129	27	7,9
Contínuo	Baixa	15	3709	2011	Cordeiro	1	38,2	23	1233	18	5,4
Contínuo	Baixa	15	64	2011	Cordeiro	1	42,3	-	1440	11	3,4
Contínuo	Moderada	1	11	2012	Ovelha	1	57,3	50	2125	23	7,1
Contínuo	Moderada	1	13	2012	Ovelha	1	56,5	49	1609	30	9,2
Contínuo	Baixa	2	21	2012	Ovelha	1	72,5	44	1510	29	9,0
Rotativo	Moderada	3	31	2012	Ovelha	1	56,8	53	2223	22	7,1
Rotativo	Moderada	3	33	2012	Ovelha	1	52,5	36	2260	15	4,8
Contínuo	Moderada	4	42	2012	Ovelha	1	60,8	46	1749	26	8,1
Contínuo	Moderada	4	43	2012	Ovelha	1	54	42	1209	34	10,6
Rotativo	Moderada	6	61	2012	Ovelha	1	50,2	44	1409	31	9,8
Rotativo	Moderada	6	62	2012	Ovelha	1	42,3	26	1412	18	5,6
Rotativo	Moderada	6	63	2012	Ovelha	1	68,6	44	1853	24	7,5

Rotativo	Baixa	7	71	2012	Ovelha	1	49,4	32	1300	24	7,6
Rotativo	Baixa	7	72	2012	Ovelha	1	48,3	36	1137	31	9,8
Rotativo	Baixa	7	73	2012	Ovelha	1	64,5	37	996	36	11,4
Continuo	Moderada	8	81	2012	Ovelha	1	48,5	34	1257	27	8,2
Continuo	Moderada	8	82	2012	Ovelha	1	97	44	1340	32	9,8
Continuo	Moderada	8	83	2012	Ovelha	1	59,5	48	1695	28	8,5
Rotativo	Moderada	10	101	2012	Ovelha	1	51,5	57	2146	-	8,3
Rotativo	Moderada	10	102	2012	Ovelha	1	51,2	34	2131	15	4,9
Rotativo	Moderada	10	103	2012	Ovelha	1	64,5	31	2366	13	4,1
Rotativo	Baixa	11	112	2012	Ovelha	1	66,2	46	2532	18	5,5
Rotativo	Baixa	11	113	2012	Ovelha	1	44,7	42	1768	23	7,1
Continuo	Baixa	12	121	2012	Ovelha	1	59,3	35	1548	22	7,0
Rotativo	Baixa	13	131	2012	Ovelha	1	79,7	57	2740	20	6,5
Rotativo	Baixa	13	133	2012	Ovelha	1	47	29	1647	17	5,5
Continuo	Baixa	16	163	2012	Ovelha	1	40,7	26	693	37	11,4
Continuo	Moderada	1	11	2012	Ovelha	2	57,3	42	2125	20	6,0
Continuo	Moderada	1	12	2012	Ovelha	2	59,1	55	1913	29	8,8
Continuo	Moderada	1	13	2012	Ovelha	2	56,5	39	1609	25	7,5
Continuo	Baixa	2	21	2012	Ovelha	2	72,5	41	1510	27	8,5
Continuo	Baixa	2	23	2012	Ovelha	2	54,3	42	1511	28	8,8
Rotativo	Moderada	3	33	2012	Ovelha	2	52,5	34	2260	15	4,8
Continuo	Moderada	4	41	2012	Ovelha	2	56,1	27	1284	21	6,5
Continuo	Moderada	4	42	2012	Ovelha	2	60,8	29	1749	17	5,2
Continuo	Moderada	4	43	2012	Ovelha	2	54	31	1209	26	8,0
Rotativo	Moderada	6	61	2012	Ovelha	2	50,2	42	1409	30	9,4
Rotativo	Moderada	6	62	2012	Ovelha	2	42,3	-	1412	-	4,1
Rotativo	Moderada	6	63	2012	Ovelha	2	68,6	32	1853	17	5,5
Rotativo	Baixa	7	71	2012	Ovelha	2	49,4	20	1300	-	4,9
Rotativo	Baixa	7	73	2012	Ovelha	2	64,5	32	996	32	10,0
Continuo	Moderada	8	81	2012	Ovelha	2	48,5	34	1257	27	8,2
Continuo	Moderada	8	82	2012	Ovelha	2	97	41	1340	30	9,2
Rotativo	Moderada	10	101	2012	Ovelha	2	51,5	42	2146	20	6,2
Rotativo	Moderada	10	103	2012	Ovelha	2	64,5	48	2366	20	6,4
Rotativo	Baixa	11	111	2012	Ovelha	2	69,5	46	1970	23	7,1
Rotativo	Baixa	11	113	2012	Ovelha	2	44,7	43	1768	24	7,4
Continuo	Baixa	12	121	2012	Ovelha	2	59,3	42	1548	27	8,4
Continuo	Baixa	12	122	2012	Ovelha	2	55,6	49	1338	37	11,5
Rotativo	Baixa	13	131	2012	Ovelha	2	79,7	40	2740	15	4,7
Continuo	Baixa	16	161	2012	Ovelha	2	59,2	28	875	33	10,1

CEB=% do consumo de energia bruta perdida na forma de metano.

Apêndice 4. Dados referentes à pastagem de azevém anual (ano 2012)

(Capítulo II).

Método	Intensidade	Potreiro	Bloco	MF Média (kgMS/ha)	CA/ha (kg PV/ha)	Oferta real de forragem (%)	Produção total forragem (KG MS/ha)	Taxa de Lotação (animais/ha)
Contínuo	Moderada	1	3	1499,2	1064,8	10,4	9428	18
Contínuo	Baixa	2	3	2496,0	740,1	19,4	9386	12
Rotativo	Moderada	3	4	2702,9	1605,7	10,0	9353	24
Contínuo	Moderada	4	2	2413,9	1302,5	10,0	7924	22
Rotativo	Moderada	6	2	2153,1	1363,2	9,3	7393	24
Rotativo	Baixa	7	2	3205,3	933,1	16,6	8535	17
Contínuo	Moderada	8	4	2229,3	1321,7	10,6	8709	19
Rotativo	Moderada	10	3	2836,0	1593,2	10,6	7979	29
Rotativo	Baixa	11	3	3034,7	1059,6	15,6	9181	17
Contínuo	Baixa	12	2	3174,7	895,7	16,7	8442	14
Rotativo	Baixa	13	4	2864,0	989,7	17,1	9220	16
Contínuo	Baixa	16	4	2881,3	971,4	18,1	9309	16

Apêndice 5. Dados referentes à separação morfológica da forragem de azevém anual (ano 2012) (Capítulo II).

Método	Intensidade	Bloco	Cultura	Potreiro	Período	Folha (g/kg MS)	Colmo (g/kg MS)	Inflorescência (g/kg MS)	Material Morto (g/kg MS)
Contínuo	Moderada	3	Soja	1	2	210,99	620,15	116,17	52,69
Contínuo	Moderada	3	Milho	1	2	427,30	475,10	22,56	75,04
Contínuo	Baixa	3	Soja	2	2	181,37	623,94	108,81	85,88
Contínuo	Baixa	3	Milho	2	2	322,30	538,96	104,83	33,91
Rotativo	Moderada	4	Soja	3	2	114,92	748,02	64,99	72,07
Rotativo	Moderada	4	Milho	3	2	231,58	669,23	32,32	66,88
Contínuo	Moderada	2	Soja	4	2	191,95	598,18	141,33	68,54
Contínuo	Moderada	2	Milho	4	2	334,38	513,59	99,40	52,63
Rotativo	Moderada	2	Soja	6	2	188,90	660,44	87,50	63,16
Rotativo	Moderada	2	Milho	6	2	276,93	624,41	63,41	35,24
Rotativo	Baixa	2	Soja	7	2	184,10	629,83	155,57	30,50
Rotativo	Baixa	2	Milho	7	2	199,74	645,28	126,37	28,60
Contínuo	Moderada	4	Soja	8	2	199,78	617,80	135,67	46,76
Contínuo	Moderada	4	Milho	8	2	218,16	639,63	84,30	57,91
Rotativo	Moderada	3	Soja	10	2	244,18	647,86	56,27	51,70
Rotativo	Moderada	3	Milho	10	2	263,91	604,11	77,64	54,34
Rotativo	Baixa	3	Soja	11	2	180,56	671,99	106,30	41,16
Rotativo	Baixa	3	Milho	11	2	237,07	598,80	125,31	38,82
Contínuo	Baixa	2	Soja	12	2	105,91	724,26	100,23	69,59
Contínuo	Baixa	2	Milho	12	2	207,34	656,33	87,53	48,80
Rotativo	Baixa	4	Soja	13	2	122,09	635,19	172,09	70,63
Rotativo	Baixa	4	Milho	13	2	180,09	692,10	86,62	41,19

Continuo	Baixa	4	Soja	16	2	138,69	645,35	155,01	60,94
Continuo	Baixa	4	Milho	16	2	144,31	667,72	98,73	89,25
Continuo	Moderada	3	Soja	1	1	300,45	470,85	0,00	228,70
Continuo	Moderada	3	Milho	1	1	494,85	340,21	0,00	164,95
Continuo	Baixa	3	Soja	2	1	342,11	443,61	0,00	214,29
Continuo	Baixa	3	Milho	2	1	440,61	337,16	0,00	222,22
Rotativo	Moderada	4	Soja	3	1	476,53	389,89	0,00	133,57
Rotativo	Moderada	4	Milho	3	1	635,63	259,11	0,00	105,26
Continuo	Moderada	2	Soja	4	1	377,14	462,86	0,00	160,00
Continuo	Moderada	2	Milho	4	1	504,07	284,55	0,00	211,38
Rotativo	Moderada	2	Soja	6	1	489,58	348,96	0,00	161,46
Rotativo	Moderada	2	Milho	6	1	563,11	291,26	0,00	145,63
Rotativo	Baixa	2	Soja	7	1	420,83	400,00	0,00	179,17
Rotativo	Baixa	2	Milho	7	1	489,80	382,65	0,00	127,55
Continuo	Moderada	4	Soja	8	1	325,58	511,63	0,00	162,79
Continuo	Moderada	4	Milho	8	1	431,37	437,91	0,00	130,72
Rotativo	Moderada	3	Soja	10	1	354,84	612,90	0,00	32,26
Rotativo	Moderada	3	Milho	10	1	493,02	451,16	0,00	55,81
Rotativo	Baixa	3	Soja	11	1	422,22	422,22	0,00	155,56
Rotativo	Baixa	3	Milho	11	1	576,64	350,36	0,00	72,99
Continuo	Baixa	2	Soja	12	1	382,02	488,76	0,00	129,21
Continuo	Baixa	2	Milho	12	1	448,28	396,55	0,00	155,17
Rotativo	Baixa	4	Soja	13	1	380,34	521,37	0,00	98,29
Rotativo	Baixa	4	Milho	13	1	548,39	413,98	0,00	37,63
Continuo	Baixa	4	Soja	16	1	397,16	503,55	0,00	99,29
Continuo	Baixa	4	Milho	16	1	448,60	448,60	0,00	102,80

Apêndice 6. Dados referentes à composição química da forragem de azevém anual (ano 2012) (Capítulo II).

Método	Intensidade	Pot	Bloco	MO (g Kg MS ⁻¹)	PB (g Kg MS ⁻¹)	FDN (g Kg MS ⁻¹)	FDA (g Kg MS ⁻¹)	EB (MJ Kg MS ⁻¹)
Continuo	Moderada	1	3	910,78	227,63	470,50	235,11	18,24
Continuo	Baixa	2	3	903,19	227,96	466,43	239,98	17,72
Rotativo	Moderada	3	4	903,76	166,68	523,35	280,81	17,40
Continuo	Moderada	4	2	905,84	221,93	469,08	236,38	18,00
Rotativo	Moderada	6	2	890,96	221,01	445,14	237,74	17,58
Rotativo	Baixa	7	2	909,59	182,25	506,44	274,18	17,62
Continuo	Moderada	8	4	912,78	189,24	481,73	244,40	18,35
Rotativo	Moderada	10	3	890,30	180,12	460,17	245,89	17,65
Rotativo	Baixa	11	3	898,71	219,17	429,28	225,36	18,13
Continuo	Baixa	12	2	909,09	173,13	480,38	249,06	17,89
Rotativo	Baixa	13	4	901,15	224,20	488,36	259,80	17,54
Continuo	Baixa	16	4	909,22	163,81	502,50	264,14	17,91

Apêndice 7. Dados referentes à separação morfológica da forragem de azevém anual (ano 2011) (Capítulo II e III).

Método	Intensidade	Cultura	Potreiro	Período	Folha (g/kg MS)	Colmo (g/kg MS)	Inflorescência (g/kg MS)	Material Morto (g/kg MS)
Contínuo	Moderada	Soja	1	2	288,54	462,45	71,15	177,87
Contínuo	Moderada	Milho	1	2	292,06	492,06	34,92	180,95
Contínuo	Baixa	Soja	2	2	89,81	655,34	150,49	104,37
Contínuo	Baixa	Milho	2	2	121,21	585,86	191,92	101,01
Contínuo	Moderada	Milho	4	2	324,16	489,30	67,28	119,27
Contínuo	Moderada	Soja	4	2	363,25	474,36	42,74	119,66
Contínuo	Moderada	Milho	5	2	348,15	477,78	48,15	125,93
Contínuo	Moderada	Soja	5	2	325,58	506,98	55,81	111,63
Rotativo	Moderada	Soja	6	2	265,56	657,68	22,82	53,94
Rotativo	Moderada	Milho	6	2	279,24	632,46	38,19	50,12
Rotativo	Baixa	Soja	7	2	277,94	604,58	63,04	54,44
Rotativo	Baixa	Milho	7	2	245,24	657,14	76,19	21,43
Rotativo	Moderada	Soja	9	2	379,31	559,39	0,00	61,30
Rotativo	Moderada	Milho	9	2	360,61	527,27	15,15	96,97
Rotativo	Moderada	Soja	10	2	385,67	559,73	3,41	51,19
Rotativo	Moderada	Milho	10	2	326,70	588,07	19,89	65,34
Rotativo	Baixa	Soja	11	2	280,18	585,69	78,99	55,14
Rotativo	Baixa	Milho	11	2	272,73	605,45	56,36	65,45
Contínuo	Baixa	Soja	12	2	207,79	569,26	123,38	99,57
Contínuo	Baixa	Milho	12	2	233,13	564,42	122,70	79,75
Rotativo	Baixa	Soja	14	2	224,52	619,43	100,32	55,73
Rotativo	Baixa	Milho	14	2	236,79	585,62	101,48	76,11
Contínuo	Baixa	Soja	15	2	325,46	535,43	34,12	104,99
Contínuo	Baixa	Milho	15	2	236,79	628,18	70,45	64,58
Contínuo	Moderada	Soja	1	1	321,43	464,29	0,00	214,29
Contínuo	Moderada	Milho	1	1	326,77	460,63	0,00	212,60
Contínuo	Baixa	Soja	2	1	283,52	509,58	0,00	187,74
Contínuo	Baixa	Milho	2	1	342,98	479,34	0,00	161,16
Contínuo	Moderada	Soja	4	1	386,36	414,77	0,00	198,86
Contínuo	Moderada	Milho	4	1	466,42	447,76	0,00	78,36
Contínuo	Moderada	Milho	5	1	402,44	420,73	0,00	176,83
Rotativo	Moderada	Soja	6	1	510,64	404,26	0,00	85,11
Rotativo	Moderada	Milho	6	1	451,61	447,00	0,00	101,38
Rotativo	Baixa	Soja	7	1	409,09	457,58	6,06	127,27
Rotativo	Baixa	Milho	7	1	356,83	427,31	0,00	215,86
Rotativo	Moderada	Soja	9	1	559,24	374,41	0,00	66,35
Rotativo	Moderada	Milho	9	1	509,17	385,32	0,00	105,50
Rotativo	Moderada	Soja	10	1	501,87	337,08	0,00	161,05

Rotativo	Moderada	Milho	10	1	457,26	435,90	0,00	106,84
Rotativo	Baixa	Soja	11	1	472,48	426,61	0,00	100,92
Rotativo	Baixa	Milho	11	1	439,39	462,12	0,00	98,48
Contínuo	Baixa	Soja	12	1	358,59	464,65	0,00	176,77
Contínuo	Baixa	Milho	12	1	364,04	482,46	0,00	153,51
Rotativo	Baixa	Soja	14	1	415,87	492,06	0,00	92,06
Contínuo	Baixa	Soja	15	1	352,31	451,96	0,00	195,73
Contínuo	Baixa	Milho	15	1	432,29	432,29	0,00	135,42

Apêndice 8. Dados referentes à composição química da forragem de azevém anual (ano 2011) (Capítulo II e III).

Método	Intensidade	Potreiro	Bloco	Período	MO (g Kg MS ⁻¹)	PB (g Kg MS ⁻¹)	FDN (g Kg MS ⁻¹)	FDA (g Kg MS ⁻¹)	EB (MJ Kg MS ⁻¹)
Contínuo	Moderada	1	3	1	881,57	296,67	434,82	206,34	18,18
Contínuo	Baixa	2	3	1	905,32	238,56	498,55	241,84	18,28
Contínuo	Moderada	4	2	1	889,80	276,17	410,06	200,77	18,65
Contínuo	Moderada	5	1	1	890,90	240,40	417,51	200,48	18,44
Rotativo	Moderada	6	2	1	887,63	238,29	454,05	228,75	18,08
Rotativo	Baixa	7	2	1	894,52	250,33	434,06	225,90	18,09
Rotativo	Moderada	9	1	1	888,40	257,99	471,38	225,76	18,09
Rotativo	Moderada	10	3	1	885,65	264,91	460,56	234,62	17,91
Rotativo	Baixa	11	3	1	895,11	293,07	432,51	218,33	18,73
Contínuo	Baixa	12	2	1	893,91	265,39	448,03	216,28	18,11
Rotativo	Baixa	14	1	1	899,36	263,13	463,99	223,42	18,38
Contínuo	Baixa	15	1	1	891,60	297,75	441,07	231,02	18,58
Contínuo	Moderada	1	3	2	930,74	150,60	600,98	303,42	17,79
Contínuo	Baixa	2	3	2	939,03	124,68	590,81	293,80	17,79
Contínuo	Moderada	4	2	2	923,52	142,46	602,01	298,25	17,85
Contínuo	Moderada	5	1	2	933,37	125,11	614,68	310,10	17,67
Rotativo	Moderada	6	2	2	930,99	105,45	634,96	334,50	17,62
Rotativo	Baixa	7	2	2	945,43	109,89	619,71	339,55	18,53
Rotativo	Moderada	9	1	2	928,36	147,22	604,68	320,12	18,63
Rotativo	Moderada	10	3	2	930,75	133,79	604,73	322,60	18,73
Rotativo	Baixa	11	3	2	932,80	132,51	590,28	312,91	17,80
Contínuo	Baixa	12	2	2	931,30	148,30	590,23	308,80	18,84
Rotativo	Baixa	14	1	2	936,75	113,22	608,83	324,86	18,54
Contínuo	Baixa	15	1	2	934,55	142,67	576,06	303,22	18,85

Apêndice 9. Dados referentes à produção animal de ovinos em pastagem de azevém anual (ano 2011) (Capítulo II e III).

Método	Intensidade	Potreiro	Bloco	MF média (kg MS há ⁻¹)	CA (kg ha ⁻¹)	Oferta real (%PV)	Produção total de forragem (Kg ha ⁻¹)	GPV (Kg ha ⁻¹)	Taxa de Lotação (animais ha ⁻¹)	GMD (g dia ⁻¹)
--------	-------------	----------	-------	---------------------------------------	------------------------------	-------------------------	---	-------------------------------	---	-------------------------------

Contínuo	Moderada	1	3	1873	1237	9	7031	649	39	139
Contínuo	Baixa	2	3	2472	836	16	7573	366	23	143
Contínuo	Moderada	4	2	1817	1092	8	6286	566	35	138
Contínuo	Moderada	5	1	1594	967	8	6037	546	27	168
Rotativo	Moderada	6	2	1960	1255	9	7379	332	45	63
Rotativo	Baixa	7	2	2345	735	17	8113	324	24	114
Rotativo	Moderada	9	1	2121	1418	10	8805	406	51	68
Rotativo	Moderada	10	3	2101	1486	10	9534	531	46	97
Rotativo	Baixa	11	3	2777	856	18	9106	357	30	103
Contínuo	Baixa	12	2	2615	890	17	8654	428	26	141
Rotativo	Baixa	14	1	2540	904	18	8392	328	31	93
Contínuo	Baixa	15	1	2725	947	19	10657	429	26	145

Apêndice 10. Dados individuais referentes ao consumo de matéria seca (técnica dos n-alcenos) por ovinos em pastagem de azevém anual (ano 2011) (Capítulo III).

Potreiro	Animal	Método	Intensidade	Bloco	Período	Meyes et al. (1986)		Aguiar et al. (2013) CMS (g dia ⁻¹)			
						CMS (g dia ⁻¹)		1	2	3	4
						C31	C33				
1	269	Contínuo	Moderada	3	1	1265	1444	1175	1324	1141	1285
1	89	Contínuo	Moderada	3	1	1110	1210	1037	1123	1014	1097
1	151	Contínuo	Moderada	3	1	1260	1359	1167	1249	1137	1217
2	242	Contínuo	Baixa	3	1	1517	2157	1396	1900	1358	1849
2	268	Contínuo	Baixa	3	1	1749	2512	1594	2177	1541	2104
4	276	Contínuo	Moderada	2	1	1297	1471	1208	1353	1175	1316
4	393	Contínuo	Moderada	2	1	1441	1577	1335	1446	1292	1400
4	289	Contínuo	Moderada	2	1	1380	1526	1274	1393	1243	1360
5	519	Contínuo	Moderada	1	1	1659	2021	1515	1795	1446	1713
5	815	Contínuo	Moderada	1	1	1484	1808	1369	1626	1310	1557
5	74	Contínuo	Moderada	1	1	1671	1875	1507	1665	1454	1607
6	400	Rotativo	Moderada	2	1	866	891	830	853	819	841
6	261	Rotativo	Moderada	2	1	976	990	932	945	916	928
6	281	Rotativo	Moderada	2	1	934	984	890	934	879	923
7	267	Rotativo	Baixa	2	1	1306	1559	1221	1436	1201	1411
7	86	Rotativo	Baixa	2	1	1226	1477	1150	1365	1132	1344
9	94	Rotativo	Moderada	1	1	1176	1198	1107	1127	1094	1114
9	91	Rotativo	Moderada	1	1	1468	1572	1364	1452	1344	1430
9	388	Rotativo	Moderada	1	1	962	994	916	945	907	936
10	69	Rotativo	Moderada	3	1	1014	1098	964	1038	949	1022
10	59	Rotativo	Moderada	3	1	760	807	732	775	723	765
11	53	Rotativo	Baixa	3	1	1565	1039	1445	989	1422	974
11	285	Rotativo	Baixa	3	1	1247	1310	1174	1228	1155	1208
11	218	Rotativo	Baixa	3	1	1202	1276	1134	1199	1116	1180
12	811	Contínuo	Baixa	2	1	1376	1784	1273	1605	1244	1568

12	280	Contínuo	Baixa	2	1	944	1340	895	1236	880	1215
12	96	Contínuo	Baixa	2	1	1642	2002	1486	1769	1458	1735
14	392	Rotativo	Baixa	1	1	668	749	645	719	640	713
14	391	Rotativo	Baixa	1	1	1158	1193	1088	1119	1074	1105
14	291	Rotativo	Baixa	1	1	912	1009	869	955	860	945
15	220	Contínuo	Baixa	1	1	1183	1389	1102	1276	1086	1258
15	64	Contínuo	Baixa	1	1	1410	1683	1300	1522	1275	1494
15	3709	Contínuo	Baixa	1	1	1329	1644	1229	1489	1208	1463
1	269	Contínuo	Moderada	3	2	1100	1838	1028	1625	1007	1591
1	89	Contínuo	Moderada	3	2	1312	2670	1208	2227	1181	2179
1	151	Contínuo	Moderada	3	2	1263	2752	1167	2284	1141	2234
2	242	Contínuo	Baixa	3	2	1551	3789	1427	3048	1397	2984
2	268	Contínuo	Baixa	3	2	1404	2645	1319	2300	1276	2226
4	276	Contínuo	Moderada	2	2	1172	2394	1088	2028	1064	1984
4	393	Contínuo	Moderada	2	2	1008	2008	949	1752	927	1711
4	289	Contínuo	Moderada	2	2	1616	3051	1459	2483	1418	2415
5	519	Contínuo	Moderada	1	2	1620	3794	1479	3008	1437	2924
5	815	Contínuo	Moderada	1	2	1421	2820	1311	2368	1279	2310
5	74	Contínuo	Moderada	1	2	1197	2998	1124	2494	1094	2428
6	400	Rotativo	Moderada	2	2	983	1657	936	1508	917	1478
6	261	Rotativo	Moderada	2	2	848	1580	812	1440	799	1417
6	281	Rotativo	Moderada	2	2	527	1212	516	1131	508	1114
7	267	Rotativo	Baixa	2	2	1521	2998	1425	2609	1401	2565
7	86	Rotativo	Baixa	2	2	1501	3137	1415	2726	1384	2665
9	94	Rotativo	Moderada	1	2	951	2130	913	1892	888	1840
9	91	Rotativo	Moderada	1	2	1039	2632	988	2256	965	2204
9	388	Rotativo	Moderada	1	2	959	2281	910	1984	895	1952
10	75	Rotativo	Moderada	3	2	1150	2260	1091	2000	1064	1950
10	59	Rotativo	Moderada	3	2	767	1734	737	1565	727	1545
10	69	Rotativo	Moderada	3	2	874	1826	838	1646	823	1618
11	53	Rotativo	Baixa	3	2	1160	1897	1088	1693	1068	1662
11	285	Rotativo	Baixa	3	2	1638	3057	1496	2552	1460	2491
11	218	Rotativo	Baixa	3	2	1093	2226	1028	1942	1011	1910
12	811	Contínuo	Baixa	2	2	1373	3338	1277	2742	1245	2673
12	280	Contínuo	Baixa	2	2	1238	3250	1164	2686	1133	2616
12	96	Contínuo	Baixa	2	2	1472	2384	1384	2112	1326	2024
14	392	Rotativo	Baixa	1	2	1038	2359	993	2071	965	2013
14	391	Rotativo	Baixa	1	2	1452	3460	1343	2827	1313	2763
14	291	Rotativo	Baixa	1	2	811	1966	780	1751	766	1720
15	220	Contínuo	Baixa	1	2	1129	2519	1058	2134	1031	2080
15	64	Contínuo	Baixa	1	2	1440	3190	1318	2581	1285	2517
15	3709	Contínuo	Baixa	1	2	1233	2831	1154	2362	1117	2288

Apêndice 11. Dados individuais referentes ao consumo de matéria seca observado e pela técnica do nitrogênio fecal (NF) (ano 2011) por ovinos em pastagem de azevém anual (Capítulo III).

Pot.	Animal	Método	Intensidade	Bloco	Período	Peso vivo (kg)	Consumo (g dia ⁻¹)				CMS (observado) (g dia ⁻¹)
							GMD (kg)	Azevedo (2011) CMS (g dia ⁻¹)	Peripolli et al. (2011) CMS (g dia ⁻¹)	Wang et al. (2009) CMS (g dia ⁻¹)	
1	269	Contínuo	Moderada	3	1	31,45	0,189	1010	699	938	914
1	89	Contínuo	Moderada	3	1	34,35	0,225	925	604	840	783
1	151	Contínuo	Moderada	3	1	35,55	0,168	959	628	876	813
2	242	Contínuo	Baixa	3	1	35,2	0,293	1110	786	1052	1030
2	268	Contínuo	Baixa	3	1	43,8	0,171	1143	862	1098	1148
4	276	Contínuo	Moderada	2	1	30,95	0,125	994	626	909	801
4	393	Contínuo	Moderada	2	1	29,9	0,171	997	696	926	913
5	519	Contínuo	Moderada	1	1	37,15	0,289	1266	821	1201	1050
5	815	Contínuo	Moderada	1	1	39,9	0,207	1190	833	1133	1086
5	74	Contínuo	Moderada	1	1	40,6	0,100	1138	818	1082	1075
6	261	Rotativo	Moderada	2	1	35	-	713	496	623	664
6	281	Rotativo	Moderada	2	1	29	-	486	250	362	321
7	267	Rotativo	Baixa	2	1	30,25	0,082	737	455	637	679
7	86	Rotativo	Baixa	2	1	36,6	0,200	698	501	611	679
9	94	Rotativo	Moderada	1	1	27,4	0,050	742	511	652	680
9	91	Rotativo	Moderada	1	1	28,95	0,061	969	686	898	905
9	388	Rotativo	Moderada	1	1	26,7	0,143	655	430	555	569
10	69	Rotativo	Moderada	3	1	28,7	0,121	697	480	604	642
10	75	Rotativo	Moderada	3	1	37,4	0,229	1097	838	1047	1123
10	59	Rotativo	Moderada	3	1	30	0,050	710	441	608	573
11	53	Rotativo	Baixa	3	1	24,25	0,154	709	436	608	564
11	285	Rotativo	Baixa	3	1	34,2	0,129	805	545	718	718
11	218	Rotativo	Baixa	3	1	29,8	0,164	791	538	704	709
12	811	Contínuo	Baixa	2	1	34,3	0,143	1048	723	980	943
12	280	Contínuo	Baixa	2	1	35	0,114	817	488	718	623
12	96	Contínuo	Baixa	2	1	43,85	0,196	1088	795	1031	1052
14	392	Rotativo	Baixa	1	1	24,75	0,075	630	378	524	491
14	391	Rotativo	Baixa	1	1	34,6	0,207	873	585	790	765
14	291	Rotativo	Baixa	1	1	28,1	0,079	709	489	619	653
15	220	Contínuo	Baixa	1	1	33,6	0,229	995	652	915	843
15	64	Contínuo	Baixa	1	1	39,85	0,175	1224	801	1158	1028
15	3709	Contínuo	Baixa	1	1	34,3	0,279	998	629	914	806
1	269	Contínuo	Moderada	3	2	35,35	0,114	807	740	779	683
1	89	Contínuo	Moderada	3	2	38,6	0,100	840	717	797	639
1	151	Contínuo	Moderada	3	2	39,35	0,132	883	773	850	694
2	242	Contínuo	Baixa	3	2	39,55	0,023	782	690	742	627
2	268	Contínuo	Baixa	3	2	25	0,114	927	943	948	903
4	276	Contínuo	Moderada	2	2	33,6	0,082	904	755	861	664
4	393	Contínuo	Moderada	2	2	33,1	0,073	726	644	681	593
4	289	Contínuo	Moderada	2	2	42	0,145	979	933	980	864
5	519	Contínuo	Moderada	1	2	43	0,164	1033	960	1032	873
5	74	Contínuo	Moderada	1	2	43,7	0,155	821	745	792	683
6	400	Rotativo	Moderada	2	2	33,1	0,018	733	732	723	714
6	261	Rotativo	Moderada	2	2	28,75	0,005	613	576	573	557

6	281	Rotativo	Moderada	2	2	24,2	0,036	502	411	425	384
7	267	Rotativo	Baixa	2	2	33,25	0,168	695	720	695	720
7	86	Rotativo	Baixa	2	2	39,85	0,041	722	766	735	771
9	94	Rotativo	Moderada	1	2	28,45	0,032	763	653	714	588
9	91	Rotativo	Moderada	1	2	30,45	0,059	801	702	760	635
9	388	Rotativo	Moderada	1	2	28,95	0,023	693	595	638	542
10	75	Rotativo	Moderada	3		30	-	611	515	546	473
10	69	Rotativo	Moderada	3	2	33	0,027	613	468	533	411
11	53	Rotativo	Baixa	3	2	27,65	0,114	735	697	709	661
11	285	Rotativo	Baixa	3	2	36,85	0,077	1006	986	1021	922
11	218	Rotativo	Baixa	3	2	32,75	0,059	656	586	608	548
12	811	Contínuo	Baixa	2	2	37,7	0,127	815	759	792	705
12	280	Contínuo	Baixa	2	2	36,85	0,023	906	807	880	728
12	96	Contínuo	Baixa	2	2	47,4	0,073	850	964	911	988
14	392	Rotativo	Baixa	1	2	27,05	0,114	665	573	609	526
14	391	Rotativo	Baixa	1	2	38,65	0,105	918	869	911	805
14	291	Rotativo	Baixa	1	2	25	0,036	617	508	550	460
15	220	Contínuo	Baixa	1	2	37,75	0,086	628	601	595	585
15	64	Contínuo	Baixa	1	2	42,7	0,036	978	909	971	830
15	3709	Contínuo	Baixa	1	2	39,35	0,104	885	827	871	764

7 VITA

Jean Victor Savian, filho de Valdomiro Fermino Savian e Antoninha Angelina Ponte Savian, nascido em 25 de maio de 1988, em Santa Maria – RS. Estudou na Escola Municipal de Ensino Fundamental “29 de Março” (São Pedro do Sul-RS) onde completou o primeiro grau em 2002 e na Escola Estadual de Educação Básica “Tito Ferrari” (São Pedro do Sul-RS) onde concluiu o segundo grau em 2005. Em 2006 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, Campus de Palmeira das Missões-RS), onde, em 2008, iniciou atividade voluntária de iniciação científica na mesma universidade sob orientação do Prof. João Pedro Velho, até metade de 2010. Entre julho de 2010 e dezembro de 2010, realizou estágio curricular no Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Formou-se em Zootecnia em janeiro de 2011. Em abril de 2011, sob orientação do Prof. Paulo César de Faccio Carvalho, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) como bolsista do CNPq. Entre abril e julho de 2012, teve período sanduiche na Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN, Tandil, Argentina), sob orientação do Prof. Horacio L. Gonda. Foi submetido à banca de defesa de Dissertação em março de 2013.