



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE ARAGUAÍNA**

NICOLE DA SILVA FEITOZA

**INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS APLICADAS À ZOOTECNIA DE PRECISÃO DE
OVINOS EM EXPERIMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DA EMISSÃO DE METANO.**

ARAGUAÍNA – TO

2025

NICOLE DA SILVA FEITOZA

**INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS APLICADAS À ZOOTECNIA DE PRECISÃO DE
OVINOS EM EXPERIMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DA EMISSÃO DE METANO.**

Relatório de estágio curricular supervisionado apresentado à Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), Campus Universitário de Araguaína, Curso de Medicina Veterinária, como requisito parcial para obtenção do título de Médica Veterinária.

Orientador(a): Profa. Dra. Fabiana Cordeiro Rosa

Araguaína – TO

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

D229j Da Silva Feitoza, Nicole.

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS APLICADAS À ZOOTECNIA DE
PRECISÃO DE OVINOS EM EXPERIMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DA
EMISSÃO DE METANO. / Nicole Da Silva Feitoza. – Araguaína, TO, 2025.
17 f.

Relatório de Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Araguaína - Curso de Medicina Veterinária, 2025.

Orientadora : Fabiana Cordeiro Rosa

1. Mitigação de Metano. 2. Suplementação Alimentar. 3. Sustentabilidade.
4. SmartFeed e GreenFeed. I. Título

CDD 636.089

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

NICOLE DA SILVA FEITOZA

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS APLICADAS À ZOOTECNIA DE PRECISÃO DE OVINOS EM EXPERIMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DA EMIÇÃO DE METANO

Relatório apresentado à UFNT – Universidade Federal Do Norte do Tocantins, Centro Universitário (CCA), curso de Medicina Veterinária. Foi avaliado para obtenção do título de bacharel em Medicina Veterinária e aprovado em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 17 / 06 / 2025

Banca Examinadora:

Prof^ª. Dr^ª. Fabiana Cordeiro Rosa - UFNT - (Orientadora)

Prof. Dr. Henrique dos Anjos Bomjardim – UFNT

M.V. Nicole Cristina Louzeiro Rocha Rolins

Araguaína – TO

2025

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, em especial a minha mãe, cujo apoio e dedicação foram fundamentais ao longo de toda a minha formação, tornando esse sonho possível.

À minha madrinha, tias e aos demais familiares, pela torcida constante e pelas palavras de encorajamento em cada etapa dessa caminhada.

À presença constante de Raissa e Daniel, que me acompanharam com carinho, afeto, paciência e apoio nos bastidores dessa jornada, tornando tudo mais leve e especial.

Às minhas amigas do curso, e futuras colegas de profissão, a amizade de vocês foi fundamental para enfrentar os desafios e levo cada uma comigo para a vida, com muito carinho e gratidão.

Às minhas amigadas, que, mesmo não fazendo parte do ambiente universitário, foram fundamentais para compartilhar bons momentos, de alegria e descontração.

À minha orientadora e supervisor, pela orientação, disponibilidade e contribuições fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus professores, por compartilharem grande parte do conhecimento adquirido até aqui e deixarem marcas importantes na minha formação acadêmica e pessoal.

Finalmente, aos meus amores de quatro patas, que, foram fonte de conforto, alegria e motivação diária.

RESUMO

A produção pecuária tem sido apontada como uma das principais fontes de emissão de gases de efeito estufa, especialmente metano entérico proveniente da fermentação ruminal em ruminantes. Este trabalho relata as atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado no Centro de Pesquisa e Extensão de Laramie, Universidade de Wyoming, com foco na avaliação dos efeitos de um suplemento comercial em fase de testes sobre as emissões de metano entérico em ovinos confinados. Foram utilizados 48 cordeiros da raça Rambouillet, distribuídos em dois grupos experimentais, controle e tratamento. As dietas foram fornecidas via sistema automatizado SmartFeed, enquanto as emissões de metano foram monitoradas com o sistema GreenFeed, ambos com tecnologia RFID para mensuração individualizada. A suplementação testada teve como objetivo modular a fermentação ruminal e reduzir a produção de metano, sem comprometer o desempenho dos animais. Embora os dados finais estejam em fase de análise, os procedimentos adotados demonstraram alto grau de padronização experimental e potencial para geração de dados robustos, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis na produção animal.

PALAVRAS-CHAVE: Mitigação de Metano. Suplementação Alimentar. Sustentabilidade. SmartFeed. GreenFeed.

ABSTRACT

Livestock production has been identified as one of the main sources of greenhouse gas emissions, particularly enteric methane resulting from ruminal fermentation in ruminants. This report describes the activities carried out during a supervised internship at the Laramie Research and Extension Center, University of Wyoming, focusing on the evaluation of the effects of a commercial feed additive under testing on enteric methane emissions in confined sheep. A total of 48 Rambouillet lambs were used, distributed into two experimental groups: control and treatment. Diets were delivered via the automated SmartFeed system, while methane emissions were monitored using the GreenFeed system, both equipped with RFID technology for individual measurements. The tested supplementation aimed to modulate ruminal fermentation and reduce methane production without compromising animal performance. Although the final data are still under analysis, the procedures adopted demonstrated a high level of experimental standardization and the potential to generate robust data, contributing to the development of sustainable strategies in animal production.

KEYWORDS: Methane Mitigation. Feed Supplementation. Sustainability. SmartFeed. GreenFeed.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO.....	9
3	ATIVIDADES REALIZADAS.....	10
3.1	Manejo da dieta	10
3.2	Monitoramento das emissões de metano.....	12
3.3	Avaliação dos efeitos da suplementação para mitigação de metano.....	14
4	DISCUSSÃO.....	15
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	16
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

1 INTRODUÇÃO

Os debates sobre as mudanças climáticas globais alcançaram o setor agropecuário nas últimas décadas e em todo o planeta notou-se que a produção de alimentos contribui significativamente para as emissões dos Gases do Efeito Estufa (GEE). Dentro desse cenário, a pecuária apresenta-se não apenas como uma fonte emissora, mas também como uma área estratégica para a mitigação das mudanças climáticas, por meio da adoção de práticas que reduzam essas emissões (BERNDT *et al.*, 2014).

A produção animal, em particular, é reconhecida como uma importante fonte de GEE. A depender dos métodos de cálculo e do contexto considerado, estimativas de diversas fontes como Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) e Food and Agriculture Organization (FAO) indicam que o setor agropecuário é responsável por cerca de 7 a 18% das emissões antropogênicas globais de gases de efeito estufa (HRISTOV *et al.*, 2013).

Os principais gases de efeito estufa são o dióxido de carbono, o metano, os clorofluorcarbonos e o ozônio (LIMA, 2000). Esses gases desempenham um papel essencial na manutenção das condições climáticas da Terra, pois, na ausência deles, o planeta não reteria calor suficiente para sustentar a vida, tornando o clima instável. No entanto, o aumento excessivo na concentração desses gases tem provocado o aquecimento global, elevando significativamente a temperatura média da Terra (IPCC, 2001).

Entre os GEE, o metano destaca-se por seu elevado potencial de retenção de calor, sendo cerca de 25 vezes mais eficiente do que o dióxido de carbono nesse aspecto (OLIVEIRA & IGARASHI, 2013). Os ruminantes, devido ao processo digestivo baseado na fermentação entérica, são reconhecidos como uma das principais fontes de emissão de metano (CH₄) para a atmosfera. A produção desse gás varia conforme o sistema de alimentação adotado e é considerada um processo biologicamente ineficiente, pois representa perdas significativas de energia do alimento, o que pode comprometer o desempenho produtivo dos animais (USEPA, 2000).

O presente relatório descreve e analisa as diversas atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado obrigatório, com destaque à análise dos efeitos da suplementação com um produto comercial em fase de testes na emissão de metano entérico em ovinos. O objetivo do estudo foi identificar o potencial desse aditivo na mitigação da emissão de gases de efeito estufa e sua influência sobre o desempenho animal.

2 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

A fase de campo do estágio foi realizada no Centro de Pesquisa e Extensão de Laramie (Laramie Research and Extension Center), vinculado à Universidade de Wyoming, nos Estados Unidos. Fundado em 1891, o LREC foi transferido em 1990 para sua localização atual na Rodovia 230, nos arredores da cidade de Laramie, estado de Wyoming.

Figura 1 - Vista externa do galpão de ovinos do Laramie Research and Extension Center



Fonte: arquivo pessoal, 2025

O centro conta com um edifício multiuso que abriga uma infraestrutura moderna, voltada para ensino, pesquisa e manejo de animais (Figura 1). Esse edifício inclui galpões com baias externas adjacentes onde os ovinos são mantidos (Figura 2), que dispõem de comedouros, bebedouros e balança, permitindo o manejo seguro e eficiente dos animais. Sendo suas instalações internas mantidas sob temperatura controlada, o que favorece a realização de experimentos em condições ambientais padronizadas.

Figura 2 - Vista interna das instalações do LREC, mostrando as baias semicobertas



Fonte: arquivo pessoal, 2025

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades de pesquisa foram realizadas sob a supervisão do Médico Veterinário Dr. Paulo de Mello Tavares Lima, pesquisador e professor na Universidade de Wyoming, atuante na área de Ciência Animal e especialista em Pecuária de Precisão, em colaboração com a equipe do LREC. O período de realização do estágio foi de 12 de março a 21 de maio de 2025, com uma carga horária total de 400 horas. O desenvolvimento do estágio curricular constituiu-se em um momento fundamental para a aquisição e o aprimoramento de conhecimentos e habilidades essenciais ao exercício profissional, tendo como principal objetivo a integração entre teoria e prática.

3.1 Manejo da dieta

No presente estudo, foram utilizados 48 ovinos da raça Rambouillet, com idade média de 5 meses, sendo 32 fêmeas e 16 machos castrados. Os animais foram mantidos em sistema de confinamento em galpões semiabertos, em baias coletivas, com separação dos dois grupos experimentais por grades de ferro. A área coberta dispunha de controle de temperatura, enquanto a parte aberta permitia ventilação natural, assegurando condições ambientais adequadas ao bem-estar animal durante todo o período experimental. Antes do início da coleta de dados, todos os animais passaram por um período de adaptação de 20 dias, visando à aclimação tanto às instalações quanto às dietas experimentais.

A alocação dos animais nos grupos foi realizada de forma aleatória, balanceando sexo e idade, compondo dois tratamentos distintos, o grupo controle e grupo tratamento, cada um com 16 fêmeas e 8 machos castrados. Ambos os grupos receberam a mesma dieta basal, composta por milho em grão e pellets de alfafa, fornecida à vontade, com o objetivo de atender às exigências nutricionais de cordeiros em fase de terminação. A formulação foi suplementada com aditivos vitamínico-minerais e ionóforos, como Bovatec.

Figura 3 - Comedouros automáticos SmartFeed



Fonte: arquivo pessoal, 2025

O fornecimento da dieta foi realizado por meio de comedouros automáticos do sistema SmartFeed (Figura 3), o qual integra tecnologia de identificação por Radio-Frequency Identification (RFID), para registrar de forma contínua e precisa, a ingestão individual de alimento por visita e por animal, cada baía possuía dois comedouros. Este sistema portátil transmite os dados via rede Wi-Fi ou celular a um servidor em nuvem, permitindo o monitoramento em tempo real por meio de computadores ou dispositivos móveis (Figura 4). Em caso de perda de conexão, os dados são armazenados localmente na unidade até a reconexão ou podem ser exportados via USB. Além disso, o SmartFeed possibilita a emissão de alertas automáticos quando um animal apresenta queda no consumo de ração ou ausência de visitas ao comedouro, facilitando a identificação precoce de possíveis alterações fisiológicas.

Figura 4 - Interface do sistema SmartFeed, em tempo real.

The screenshot shows the SmartFeed system interface. It includes a sidebar with a list of systems, a main panel for system details, and a table of feed measurements.

Sistemas

- 10258 - SmartFeed 258
- 10259 - SmartFeed 259
- 10260 - SmartFeed 260
- 10261 - SmartFeed 261

Informações do SmartFeed

ID do SmartFeed: 10258
 Nome do SmartFeed: SmartFeed 258
 Status: **On-line**
 Localização: Laramie, WY
 Tipo: SmartFeed
 Última reinicialização:
 Último IP conhecido:

Em tempo real

Última tag: 00000000940100119501793 (em 2025-05-19 21:27:00)
 Hora local atual: 2025-05-19 21:27:20

Medições de massa atualizadas

ID do sistema	Descrição do sistema	Massa kg (lb)	Tensão	Última atualização	Dados
10258	10258 - SmartFeed 258	4,71 (10,38)	13,68	2025-05-19 21:26:06 (37 segundos)	Visualizar
10259	10259 - SmartFeed 259	5,06 (11,16)	13,66	2025-05-19 21:26:04 (39 segundos)	Visualizar
10260	10260 - SmartFeed 260	18,18 (40,08)	13,64	2025-05-19 21:26:02 (41 segundos)	Visualizar
10261	10261 - SmartFeed 261	7,1 (15,65)	13,66	2025-05-19 21:26:02 (41 segundos)	Visualizar

Fonte: arquivo pessoal, 2025

A única diferença entre os tratamentos consistiu na adição de um suplemento comercial, em fase de avaliação, exclusivamente à dieta do grupo tratamento (TRT). O fornecimento das dietas foi realizado diariamente, e o registro automatizado do consumo individual permitiu maior precisão na estimativa da eficiência alimentar dos animais. O ganho de peso foi monitorado semanalmente por meio de pesagens realizadas em balança eletrônica devidamente calibrada (Figura 5), compondo, juntamente com os dados de consumo, os parâmetros de desempenho zootécnico avaliados durante o período experimental.

Figura 5 - Pesagem dos animais em balança eletrônica calibrada.



Fonte: arquivo pessoal, 2025

3.2 Monitoramento das Emissões de Metano

O monitoramento das emissões de gases entéricos foi realizado utilizando o sistema GreenFeed (GEM - C-Lock Inc., Rapid City, SD, EUA). Utilizando o mesmo sistema de identificação RFID, permitindo que as máquinas GreenFeed registrassem com precisão os dados individuais de cada ovelha. Esse sistema de identificação automatizado possibilitou o rastreamento detalhado da frequência e duração de cada visita à máquina, bem como a mensuração precisa dos níveis de emissão gasosa.

O equipamento registrava imediatamente todos os dados de produção, que eram disponibilizados em tempo real para os pesquisadores através de uma plataforma digital fornecida pelo fabricante, permitindo o acompanhamento remoto dos resultados.

Figura 6 - Ovino posicionado em frente ao GreenFeed



Fonte: arquivo pessoal, 2025

A metodologia empregada apresentou a vantagem de estudar os níveis de emissão sem interferir no comportamento natural dos animais ou em seu ambiente de criação. O GreenFeed funcionou como estação de alimentação, que a cada visita distribuiu 30g de pellets para atrair as ovelhas e mantê-las posicionadas durante as medições (Figura 6). Essa abordagem permitiu a avaliação individualizada das emissões de metano. Os dados coletados, disponíveis através da plataforma digital, incluíam relatórios diários detalhados, gráficos de tendência temporal e opções de exportação para análises estatísticas mais aprofundadas, proporcionando um conjunto completo de informações para avaliação do perfil de emissões dos animais em condições reais de criação.

3.3. Avaliação dos efeitos da suplementação para mitigação de metano

A fermentação ruminal é um processo microbiano anaeróbico essencial para a digestão de carboidratos estruturais na dieta de ruminantes, como celulose e hemicelulose, resultando na produção de ácidos graxos voláteis, que constituem a principal fonte de energia para o animal (VAN SOEST, 1994). Durante esse processo, a degradação dos substratos alimentares no rúmen gera hidrogênio como subproduto, o qual é utilizado por arqueas metanogênicas para a redução de dióxido de carbono, formando metano entérico (MORAES *et al.*, 2014).

Essa via de metanogênese representa uma perda energética de 2 a 12% da energia bruta ingerida e contribui significativamente para as emissões de gases de efeito estufa provenientes da pecuária (JOHNSON; JOHNSON, 1995; IPCC, 2021). Em ovinos, a produção de metano entérico está diretamente associada à composição da dieta, à dinâmica da fermentação ruminal e à microbiota presente no rúmen. Estratégias nutricionais, como a inclusão de aditivos naturais, lipídios ou alterações no teor de fibra da dieta, têm se mostrado eficazes na redução dessas emissões. Tais abordagens podem modificar a atividade microbiana e redirecionar a fermentação para vias menos metanogênicas (PATRA & SAXENA, 2010).

O uso de suplementos com ação antimetanogênica tem sido amplamente estudado como uma estratégia promissora para reduzir o impacto ambiental da pecuária de ruminantes. Esses aditivos atuam principalmente modulando a fermentação ruminal e interferindo na atividade dos microrganismos metanogênicos, sem comprometer a digestibilidade dos nutrientes ou o desempenho animal (PATRA & SAXENA, 2010; JUNGE *et al.*, 2021).

Diversas substâncias vêm sendo investigadas com esse objetivo, incluindo compostos vegetais, óleos essenciais, nitratos e produtos sintéticos ou biotecnológicos. No entanto, a eficácia, estabilidade e segurança dessas substâncias ainda precisam ser avaliadas sob diferentes condições de manejo e alimentação (KNAPP *et al.*, 2014). Assim, testes experimentais com suplementos comerciais em desenvolvimento são fundamentais para validar seus efeitos em situações práticas e para contribuir com sistemas de produção mais sustentáveis.

5 DISCUSSÃO

Embora os resultados finais ainda não estejam disponíveis, as atividades já acompanhadas permitem destacar aspectos relevantes sobre a condução do estudo, a aplicabilidade da metodologia e o potencial impacto dos dados que serão obtidos. A preocupação com as emissões de gases de efeito estufa na produção animal tem estimulado o desenvolvimento de estratégias mitigadoras que conciliem sustentabilidade ambiental e produtividade.

Nesse contexto, a avaliação de suplementos com ação antimetanogênica apresenta-se como uma alternativa promissora, especialmente em sistemas de produção intensivos, como o utilizado neste estudo com ovinos confinados. A tecnologia empregada neste experimento representa um avanço significativo na pesquisa zootécnica, pois permite o monitoramento preciso e individualizado do consumo alimentar e das emissões entéricas. O uso desses equipamentos automatizados possibilita a coleta de dados em tempo real, com mínima interferência no comportamento dos animais, garantindo maior confiabilidade e representatividade dos dados, o que é essencial para estudos de mitigação de metano.

Durante o período já acompanhado, observou-se que os animais se adaptaram bem tanto às instalações quanto ao uso dos comedouros e estações de medição, o que é um indicativo positivo para a continuidade do experimento. A padronização das condições ambientais no galpão e o manejo rigoroso da dieta também contribuem para reduzir variáveis de confusão nos resultados futuros.

A literatura aponta que suplementos com ação antimetanogênica atuam modulando a fermentação do rumem e reduzindo a população de microrganismos metanogênicos, o que pode diminuir as perdas energéticas associadas à produção de metano e, em alguns casos, melhorar o desempenho zootécnico dos animais. Espera-se, portanto, que a suplementação testada neste estudo possa contribuir positivamente tanto para a eficiência produtiva quanto para a redução do impacto ambiental da atividade pecuária.

Mesmo que os resultados finais do experimento ainda estejam em fase de processamento e análise, a execução cuidadosa das etapas iniciais do experimento e a utilização de tecnologias de ponta indicam que os resultados obtidos terão potencial para contribuir com o avanço do conhecimento sobre estratégias sustentáveis na produção animal. Além disso, reforçam a importância da integração entre pesquisa aplicada e inovação tecnológica no enfrentamento dos desafios ambientais associados à pecuária.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Participar das etapas de manejo alimentar, monitoramento do desempenho zootécnico e avaliação das emissões de gases de efeito estufa me permitiu aplicar os conhecimentos que adquiri ao longo da minha formação acadêmica, além de desenvolver novas habilidades com o uso de tecnologias inovadoras, como os sistemas SmartFeed e GreenFeed.

O estágio representou um passo importante na minha trajetória profissional, reforçando meu compromisso com a produção animal sustentável e com a busca por soluções que aliem produtividade e responsabilidade ambiental. A experiência internacional também foi fundamental para o desenvolvimento de competências interculturais, ampliando minha visão crítica e científica.

Por fim, é essencial dar continuidade aos estudos nessa área, buscando validar e implementar estratégias nutricionais que possam contribuir para a redução dos impactos ambientais da pecuária, sem comprometer o desempenho produtivo dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNDT, A. et al. **Mitigação da emissão de gases da produção animal**. In: PALHARES, J. C. P.; GEBLER, L. (Eds.). *Gestão Ambiental na Agropecuária*. 1º ed. Brasília: Embrapa, 2014. p. 285–309.
- HRISTOV, A. N. et al. **Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production - A review of technical options for non-CO2 emissions**. FAO Animal Production and Health, 2013.
- IPCC 2001: **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability- Contribution of Working Group 2 to the IPCC Third Assessment Report**. Cambridge Univ. Press. 2001.
- IPCC 2021: **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- JOHNSON, K. A.; JOHNSON, D.E. **Methane emission from cattle**. *Journal of Animal Science*, v. 73, n. 8, p. 2483-2492, 1995.
- JUNGE, K. R. **Feed additives to reduce methane emissions in ruminants: A review of mode of action, efficacy and safety**. *Animal Feed Science and Technology*, 2021.
- KNAPP, J. R. et al. **Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: quantifying the opportunities and impact of reducing emissions**. *Journal of dairy science*, v. 97, n. 6, p. 3231–3261, 2014.
- LIMA, M. A. **Emissão de gases de efeito estufa provenientes de sistemas agrícolas no Brasil**. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, v.3, n.17, p.38-43, 2000.
- OLIVEIRA, R. C.; IGARASI, M. S. **Utilização de óleos essenciais na mitigação da metanogênese**. *PUBVET*, v. 7, n. 6, Ed. 229, Art. 1515, 2013.
- PATRA, A.K. & SAXENA, J. **A New Perspective on the Use of Plant Secondary Metabolites to Inhibit Methanogenesis in the Rumen**. *Phytochemistry*, 71, 1198-1222. 2010
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. **Evaluating Ruminant Livestock Efficiency Projects and Programs**. In: PEER review draft. Washington: Environmental Protection Agency, 2000.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**, 2ª ed. Ithaca, NY: Cornell University, 1994.