

Informações básicas sobre coleta de amostras e principais análises químico-bromatológicas de alimentos destinados à produção de ruminantes



ISSN 1982-5390

Dezembro, 2008

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa de Pecuária dos Campos Sulbrasilieiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 81

***Informações básicas sobre
coleta de amostras e principais
análises químico-bromatológicas
de alimentos destinados à
produção de ruminantes***

Teresa Cristina Moraes Genro

Mariane Garcia Orqis

Embrapa Pecuária Sul
Bagé, RS
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pecuária Sul

BR 153, km 603 - Caixa Postal 242

CEP 96401-970 - Bagé, RS

Fone/Fax: (0XX53) 3242-8499

<http://www.cppsul.embrapa.br>

sac@cppsul.embrapa.br

Comitê Local de Publicações da Embrapa Pecuária Sul

Presidente: Alexandre Varella

Secretária-Executiva: Ana Maria Sastre Sacco

Membros: Eduardo Salomoni, Eliara Freire Quincozes, Graciela Olivella Oliveira, Magda Vieira Benavides, Naylor Perez, João Batista Beltrão Marques.

Supervisor editorial: Ana Maria Sastre Sacco

Revisor de texto: Ana Maria Sastre Sacco

Normalização bibliográfica: Graciela Olivella Oliveira

Tratamento de ilustrações: Kellen Pohlmann

Editoração eletrônica: Kellen Pohlmann

Foto da capa: Kéke Barcellos e Teresa Cristina Moraes Genro

1ª edição

1ª impressão (2008): tiragem

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Pecuária Sul**

Genro, Teresa Cristina Moraes

Informações básicas sobre coleta de amostras e principais análises químico-bromatológicas de alimentos destinados à produção de ruminantes / Teresa Cristina Moraes Genro, Mariane Garcia Orqis. _ Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008.

(Documentos / Embrapa Pecuária Sul, ISSN 1982-5390 ; 81)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso:

<<http://www.cppsul.embrapa.br/unidade/publicacoes:list/196>>

Título da página Web (acesso em 20 dez. 2008)

1. Ruminante. 2. Nutrição animal. 3. Digestibilidade. I. Orqis, Mariane Garcia. II. Título. III. Série.

CDD 636.20852

© Embrapa, 2008

Autores

Teresa Cristina Moraes Genro

Pesquisador A da Embrapa Pecuária Sul

E-mail: cristina@cppsul.embrapa.br

Mariane Garcia Orqis

Bolsista Embrapa Pecuária Sul

E-mail: mariane@cppsul.embrapa.br

Sumário

Introdução	8
Coleta de amostras	9
1. Forrageiras (pastagens, campo nativo).....	10
2. Silagens.....	11
3. Feno e palhas.....	11
4. Amostras de produtos comerciais ou misturas feitas na propriedade (rações, farelos, grãos, resíduos, etc...).....	12
Principais frações do alimento determinadas em laboratório ...	13
1. Método de Weende.....	13
a) Matéria seca.....	14
b) Matéria mineral ou cinzas.....	15
c) Proteína bruta.....	16
d) Extrato etéreo (gordura bruta).....	17
e) Fibra bruta.....	17
f) Extrato não nitrogenado.....	18
2. Método de Goering e Van Soest.....	18
a) Fibra em detergente neutro.....	18
b) Fibra em detergente ácido.....	18

3. Avaliação da digestibilidade dos alimentos.....	19
a) Digestibilidade “in vitro” da matéria seca.....	19
b) Outros métodos de determinação da digestibilidade.....	20
Referências.....	22

Lista de Figura

Fig. 1. Frações do alimento determinadas pelo método de Weende.....14

Informações básicas sobre coleta de amostras e principais análises químico-bromatológicas de alimentos destinados à produção de ruminantes

Teresa Cristina Moraes Genro

Mariane Garcia Orqis

Introdução

O conhecimento do valor nutritivo de um determinado alimento utilizado na nutrição animal, além de ser a forma mais eficiente de identificarmos o teor de nutrientes, é também condição básica para a adoção de práticas de manejo que visam aumentar a produção animal.

O conhecimento do perfil nutricional de um determinado alimento será útil no fornecimento de informações para se proceder ao ajuste à quantidade de nutrientes (por exemplo: proteína e energia), correspondentes às exigências nutricionais dos animais, como também à realização dos cálculos de dietas que buscam maximizar a resposta animal e utilizar eficientemente as fontes de alimento disponíveis nos sistemas de produção.

Todas as análises realizadas com interesse prático em alimentação animal têm como objetivo avaliar, com maior fidelidade possível, os componentes determinantes do valor nutritivo dos alimentos simples ou formulados. Dessa forma, a amostra enviada ao laboratório, deverá ser perfeitamente representativa da média do material a ser analisado, uma vez que os erros cometidos durante a amostragem não poderão ser retificados ou compensados, por mais cuidadosas que venham a ser as futuras análises (SILVA, 1998). Se a amostra encaminhada ao laboratório não for representativa do alimento, os resultados das análises não serão reais

e os cálculos de ração ou da dieta a partir destes também não estarão corretos.

Alimento é considerado todo o ingrediente presente na dieta ou substâncias que podem ser ingeridas pelos animais, parcialmente ou totalmente digeridas e assimiladas, constituídas por produtos de origem animal e vegetal, de subprodutos preparados a partir destes, como também de substâncias sintéticas usadas para suplementar os alimentos naturais, contribuindo para a manutenção e produção animal. No entanto, os alimentos não possuem a mesma composição, sendo alguns mais completos nutricionalmente que outros.

Os nutrientes são os constituintes dos alimentos, de igual ou semelhante composição química que auxiliam na manutenção da vida e da produção. São compostos químicos ou grupos de compostos que sendo ingeridos com os alimentos são aproveitados no organismo preenchendo alguma função nutricional, isto é, são utilizados na síntese de algum composto no organismo animal ou oxidados para a produção de energia.

O conjunto de nutrientes, chamado valor nutritivo dos alimentos fornecidos aos animais pode ser conhecido através de análises laboratoriais advindas de inúmeras pesquisas e avanços do conhecimento humano, sendo um dos principais pontos a serem observados no setor de nutrição animal.

Este trabalho tem como objetivo orientar técnicos e produtores como devem ser feitas as coletas e a preparação das amostras dos principais alimentos usados na nutrição de animal para serem enviadas ao laboratório onde serão analisadas. Além disso, são apresentadas as principais frações dos alimentos determinadas no laboratório, úteis para descrever e compor dietas para ruminantes.

Coleta de amostras

O método de coleta varia de acordo com o tipo de alimento que será analisado. Porém, em todos os casos, a amostra deve sempre estar muito bem identificada, com data de coleta, lote a que pertence estágio fenológico em que foi coletada (no caso de plantas forrageiras), procedên-

cia, contendo informações sobre quais análises deverão ser feitas. Esses dados são muito importantes para posterior interpretação dos resultados.

1. Forrageiras (pastagens, campo nativo)

Na análise de uma pastagem se deve levar em conta o propósito da amostra a ser analisada. Sempre é bom lembrar que volumosos como as pastagens devem ser os principais componentes da dieta de ruminantes e que os mesmos são a fonte de alimento mais barata disponível para estes animais.

Como coletar:

- Demarcar a área que será amostrada.
- Coletar de 15 a 20 sub-amostras abrangendo toda a área amostrada.
- Coletar na amostragem a parte da vegetação que será consumida pelo animal, ou seja, a parte superior das plantas que corresponda a 50 % da altura do pasto. O corte pode ser feito com a mão ou, se necessário, com um objeto cortante (tesoura, tesoura de esquilhar, faca, bisturi, etc...).
- Misturar as sub-mostras até tornar-se uma única amostra homogênea, e após retirar aproximadamente 1 kg representativo dessa amostra.
- Embalar a amostra em sacos plásticos bem fechados, preferencialmente sem ar, e enviar para o laboratório. Se possível, remeter a amostra em menos de 24 horas; Caso não seja possível, a amostra deverá ser congelada até o envio.
- Na identificação da amostra deve constar o tipo de forragem que está sendo enviada, a sua fase fenológica, se é planta inteira ou somente folhas, data e local de coleta.

2. Silagens

- A amostragem deve ser feita, preferencialmente, após a abertura do silo. As amostras devem ser coletadas de vários pontos da frente de corte quando a fermentação já estiver estabilizada, ou seja, quando o silo já estiver frio.
- Coletar cerca de 10 subamostras, desprezando-se uma fatia de 15 cm no sentido vertical para evitar coleta de material exposto ao ar e à luz. A quantidade a ser enviada para análise deve ser em torno de 3 a 4 kg de silagem.
- As amostras devem ser embaladas em sacos plásticos ou vidros e destes deve ser retirado totalmente o ar. Após, conservar na geladeira ou congelador (-5 a -10°C) e enviar o mais depressa possível ao laboratório, preferencialmente acondicionado dentro de uma caixa de isopor.
- Depois de 30 a 40 dias de consumo dessa silagem, deverá ser realizada uma nova amostragem, principalmente se o silo for feito com vários cortes realizados em datas diferentes e levar mais uma semana para ser confeccionado.
- Na identificação deve constar o tipo de material ensilado (espécie ou híbrido), se foi adicionado aditivo (tipo), se é inoculado ou não, a data da coleta e a procedência.

3. Feno e palhas

No caso de amostragem de fenos e palhas é utilizado um instrumento semelhante à uma pua adaptada à um cano de ponta cortante. No caso de não possuir o equipamento, deve-se abrir o fardo ao meio e tirar uma fatia com a mão. O número de amostras varia com o número de fardos que o produtor possui: de 1 a 10: é recomendável retirar uma amostra de cada fardo. No caso do produtor possuir mais de 10 fardos a amostragem deve abranger no mínimo 10 fardos. Neste caso, deve-se observar a homogeneidade dos lotes a serem amostrados a fim de se obter uma amostra que represente o alimento que será analisado. Procedimento:

- Retirar as subamostras de acordo com o número de fardos, homogeneizar e fazer uma amostra composta com aproximadamente 1 kg;
- Colocar as amostras em sacos de papel para enviar ao laboratório;
- Identificar o tipo de amostra, o tempo de armazenagem, a idade da planta ao corte (se houver esse registro), a espécie forrageira, a data da coleta e a procedência.

4. Amostras de produtos comerciais ou misturas feitas na propriedade (rações, farelos, grãos, resíduos, etc...)

Estes tipos de produto podem ser armazenados a granel ou ensacados e a forma de armazenamento deve ser levada em conta na hora da amostragem para envio ao laboratório de nutrição animal.

- Amostras a granel: recomenda-se que se tomem cerca de seis amostras de 100 g cada para cada tonelada de alimento (0,01%).
- Amostras em sacos: considerar a possibilidade de segregação de partículas, por isto, deve-se amostrar os sacos no sentido diagonal, sendo que a quantidade amostrada é a mesma usada para alimentos a granel.
- Quando se tratar de grandes quantidades, coletar uma subamostra a cada tonelada do produto.
- Caso o material tenha sido moído, não é apropriado coletar amostras na saída do moinho.
- Misturar as sub-amostras coletadas e retirar uma amostra única, que deve ter aproximadamente 1 kg.
- Embalar a amostra em sacos plásticos limpos e enviar ao laboratório.
- Na identificação do material a ser enviado deverá constar o tipo de produto, a procedência, o tempo e as condições de armazenagem.

Principais frações do alimento determinadas em laboratório

No momento em que uma amostra de alimento é enviada ao laboratório torna-se imprescindível saber que tipo de análise vai ser solicitado para cada alimento, dependendo da finalidade desta. A análise dos alimentos é o ponto de partida para a formulação de rações.

As principais frações que compõem os alimentos utilizados para ruminantes, são: proteína bruta, extrato etéreo, extrato não nitrogenado, fibra bruta, matéria mineral ou cinzas, matéria seca, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e digestibilidade. Para determinação dessas frações os métodos mais utilizados são basicamente três: a análise aproximativa de Weende, o método de Goering e Van Soest e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da matéria orgânica de Tilley e Terry (1963).

1. Método de Weende

O método de Weende foi desenvolvido por Stohmann e Henneberg, entre 1860 e 1864, na estação experimental de Weende, na Alemanha.

Este método é o mais utilizado e separa o alimento em frações que contém substâncias que apresentam alguma propriedade em comum, que permita análises químicas do grupo. Logo não é uma análise de nutrientes do alimento.

O significado nutritivo de cada uma das frações não é muito claro exatamente porque cada fração é uma combinação de substâncias das quais algumas são nutrientes e outras não têm nenhum significado nutritivo.

No método de análise aproximativa de Weende, são determinados seis grandes componentes químicos dos alimentos forrageiros (Fig. 1): matéria seca, matéria mineral ou cinzas, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e extrato não nitrogenado

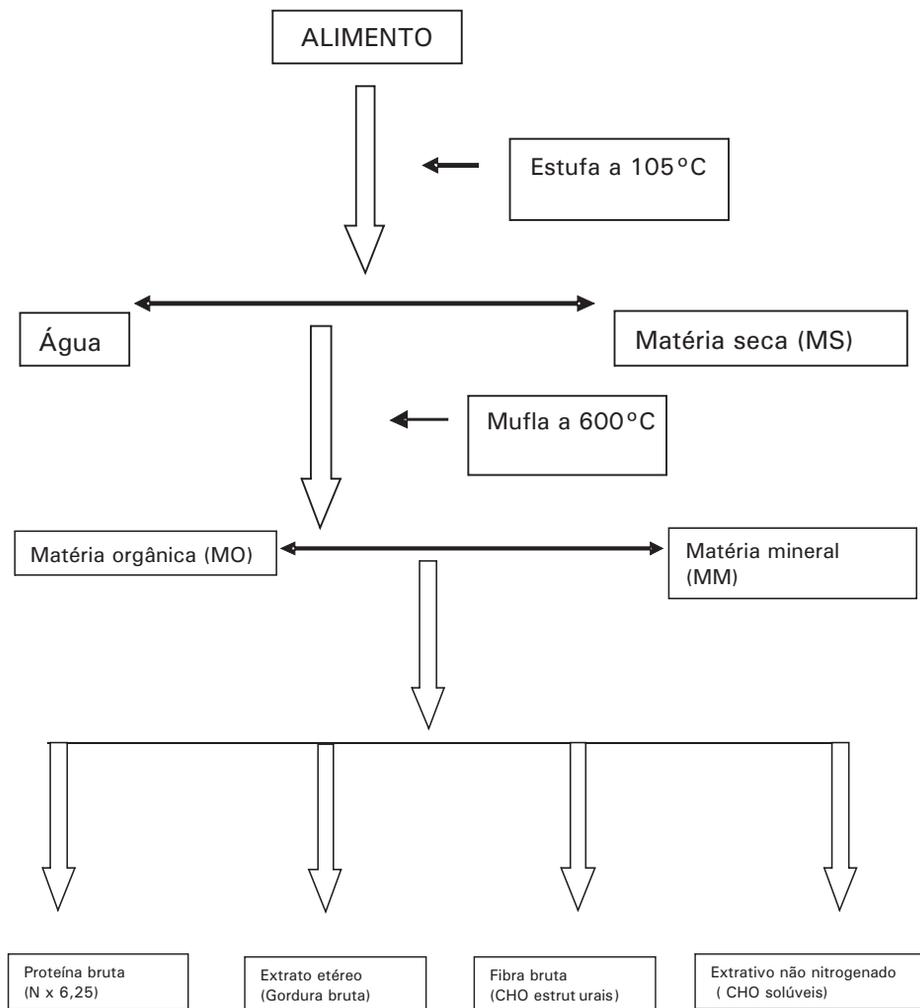


Fig. 1. Frações do alimento determinadas pelo método de Weende

a) Matéria seca

A determinação da matéria seca (MS) é ponto de partida da análise dos alimentos. É de grande importância, uma vez que a preservação do alimento pode depender do teor de umidade presente no material, e, além

disso, quando se compara o valor nutritivo de dois ou mais alimentos, temos que levar em consideração os respectivos teores de matéria seca.

Por outro lado, se desejarmos comparar o resultado de análises realizadas em diferentes épocas, locais ou regiões, sempre faremos essa comparação com base na matéria seca, isto é, como se o alimento contivesse 100% de matéria seca. A concentração de matéria seca é determinada por secagem da amostra da forragem em estufa a 105°C, e a Matéria Mineral se constitui no resíduo da amostra obtido após combustão em mufla a 600°C.

É importante o produtor conhecer o percentual de umidade dos alimentos que ele dispõe para os ruminantes, pois alimentos com teor de umidade acima de 14 % podem ter seu armazenamento comprometido por desenvolvimento de fungos e, até mesmo, pela combustão espontânea, além de afetar o consumo e a saúde dos animais. Alimentos ricos em água (exemplo: leite, resíduos alimentares que normalmente dão origem ao que conhecemos por lavagem) provocam uma redução no consumo de matéria seca. Por outro lado, a restrição de água reduz em 25 a 30% o consumo de matéria seca.

b) Matéria mineral ou cinzas

A porcentagem de matéria mineral (MM) ou cinzas fornece uma indicação da riqueza em minerais da amostra, principalmente no caso de alimento de origem animal (ex: farinha de osso), pois permite uma estimativa do teor de cinzas e, por diferença de 100, a quantidade de matéria orgânica (MO).

Quando se trata de produtos vegetais (forrageiras, rações, cereais, etc.), a determinação da cinza tem relativamente pouco valor. Isto porque o teor da cinza oriunda de produtos de vegetais nos dá pouca informação sobre sua composição, uma vez que seus componentes, em minerais, são muito variáveis. Essa fração é útil, no entanto, no caso de plantas forrageiras onde um valor alto neste item pode indicar contaminação com matéria mineral, em muitos casos terra (solos). Uma vez detectado que a amostra foi contaminada, todos os cálculos das frações do alimento devem ser feitas com base na matéria orgânica do mesmo.

Alguns alimentos de origem vegetal são, ainda, ricos em sílica, o que resulta em teor elevado de cinza, todavia, esse teor não apresenta nenhum valor nutritivo para os animais (SILVA, 1998).

c) Proteína bruta

O termo proteína bruta (PB) envolve um grande grupo de substâncias com estruturas semelhantes, porém com funções fisiológicas muito diferentes. O percentual de proteína bruta presente nos alimentos nos fornece uma idéia do valor nutritivo destes.

Baseado no fato de as proteínas terem porcentagem de nitrogênio quase constante, em torno de 16%, o que se faz é determinar o nitrogênio e, por meio de um fator de conversão, transformar o resultado em proteína bruta. No método de Kjeldahl, o mais usado, determina-se o nitrogênio contido na matéria seca, incluindo o nitrogênio protéico propriamente dito e outros compostos nitrogenados não protéicos (SILVA, 1998).

As concentrações protéicas nas gramíneas forrageiras são maiores nos estágios vegetativos da planta e declinam na medida em que as mesmas atingem a maturidade. O conteúdo de proteína na maturidade varia em função de diferenças entre espécies, nível inicial de proteína na planta, e das proporções de caule e folha da planta a esta idade. Algumas espécies mantêm elevados valores protéicos durante o desenvolvimento, mas invariavelmente declinam com o florescimento.

A deficiência protéica limita a produção animal, seja porque a forragem disponível pode conter proteína insuficiente ou a concentração de proteína bruta é inferior ao nível mínimo crítico (7%) para o bom funcionamento do rúmen.

É importante conhecer o percentual de proteína bruta dos alimentos, pois, além de poder classificar os alimentos em função do teor de proteína bruta, o fornecimento de proteína em excesso significa energia onerosa, pois os animais não armazenam proteína, então, usam a cadeia carbonada da proteína excedente para formar carboidrato.

Assim temos:

Concentrados: - Protéicos: alta PB
- Energéticos: baixa PB

Volumosos: - Leguminosas: alta PB
- Gramíneas: média PB
- Palhas: baixa PB

d) Extrato etéreo (gordura bruta)

O extrato etéreo (EE) envolve principalmente as substâncias de natureza lipídica, extraídos dos alimentos pelo uso de solventes orgânicos como o éter.

As gorduras são fontes de ácidos graxos e energia para os animais, no entanto a presença de altas concentrações nos alimentos pode afetar sua conservação. A dieta total de ruminantes não pode conter mais de 5% de gordura (EE). Por isto, devemos tomar cuidado com fontes de suplementos com altos teores de EE, como, por exemplo, farelo de arroz integral.

e) Fibra bruta

A fibra bruta é a porção da matéria seca insolúvel em ácidos e álcali. Possui em sua constituição principalmente celulose, hemicelulose e lignina, todos considerados carboidratos de difícil digestão.

Em animais monogástricos, a fibra bruta tem a função de auxiliar nos movimentos peristálticos, pois retém água ajudando a manter a consistência branda e a umidade das fezes, facilitando sua progressão para o intestino grosso. Para ruminantes é considerada fonte de energia tendo como produtos finais ácidos graxos e gases.

f) Extrato não nitrogenado

O extrato não nitrogenado é obtido por diferença, subtraindo-se de 100 os níveis percentuais dos demais componentes: matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e cinza ou matéria mineral.

2. Método de Goering e Van Soest

O método de determinação da qualidade das forrageiras proposto por Goering e Van Soest (1970) é baseado na separação das diversas frações constituintes das forrageiras, por meio de reagentes específicos, denominados detergentes. A partir de uma amostra de alimento, a matéria seca é dividida em conteúdo celular (fração solúvel da célula vegetal) e parede celular (fração insolúvel).

a) Fibra em detergente neutro

A fibra em detergente neutro (FDN), também chamada de parede celular, corresponde à parte da forragem que é insolúvel em detergente neutro. É constituída, basicamente, de celulose, hemicelulose, lignina, sílica e proteína lignificada.

Em ruminantes, uma dieta com altos teores de FDN afeta diretamente o consumo de matéria seca, uma vez que a fibra causa uma rápida sensação de enchimento ruminal. Portanto, esse fato pode acarretar perdas no desempenho animal, pois o processo de saciedade ocorre antes que as demandas de energia sejam supridas.

b) Fibra em detergente ácido

A fibra em detergente ácido (FDA) é a porção menos digerível da parede celular das forrageiras pelos microorganismos do rúmen. É constituída na sua quase totalidade por lignina e celulose.

A determinação da lignina é feita a partir da análise de FDA. A maioria dos vegetais superiores contém, pelo menos, alguma fração de lignina. O conteúdo de lignina varia de 4 a 12%, podendo chegar, nas forragens

mais fibrosas, a 20% da matéria seca. É a fração menos digerível da planta.

Na nutrição animal, a importância da lignina prende-se à sua influência negativa sobre a digestibilidade de outros nutrientes, podendo ser ocasionada pela indigestibilidade da lignina por si ou a barreira física que ela oferece à digestão dos nutrientes no interior da célula (SILVA, 1998).

3. Avaliação da digestibilidade dos alimentos

A digestibilidade refere-se à fração do alimento aparentemente aproveitada pelo animal, ou seja, a diferença entre a quantidade ingerida e a excretada nas fezes. Independente da quantidade de alimento ingerido, somente será aproveitada pelo animal a porção efetivamente digerida.

A determinação da digestibilidade é indispensável para o conhecimento do valor nutritivo de um alimento. Até hoje, a digestibilidade vem sendo largamente utilizada na avaliação de forrageiras usadas na alimentação de ruminantes e de concentrados fornecidos para monogástricos.

a) Digestibilidade “in vitro” da matéria seca

O método de avaliação da digestibilidade “in vitro” da matéria seca dos alimentos foi desenvolvida por Tilley e Terry (1963), com o objetivo de simular o processo de digestão dos ruminantes. O princípio deste método consiste em deixar amostras de alimentos em contato com o conteúdo do rúmen, no interior de um tubo de ensaio, onde se tenta reproduzir as condições predominantes no rúmen dos animais (presença de microorganismos, anaerobiose, temperatura de 39°C, solução de saliva artificial e pH de 6,9) por 48 horas. Após é realizada a adição de pepsina e ácido clorídrico e as amostras são mantidas por mais 48 horas. Logo a seguir é feita a filtração, recuperando-se o material residual, ou seja, a fração que não sofreu digestão. Por diferença de 100 calcula-se a fração digerível da amostra.

Para ruminantes, trabalhos de pesquisa mostraram que a digestibilidade da matéria seca deveria ser, em média, de 68 %, ponto em que o animal consegue aliar o máximo consumo de matéria seca à produção de energia.

Por outro lado, forragens de baixa digestibilidade (abaixo de 50%) são mal consumidas pelos ruminantes, pelo excessivo tempo de retenção no rúmen, fato agravado quando a taxa protéica estiver abaixo de 7%.

b) Outros métodos de determinação da digestibilidade

Técnica in vivo

A princípio, ensaios in vivo envolvendo produção animal e digestibilidade são os métodos mais adequados para determinar a digestibilidade dos alimentos utilizados na nutrição dos ruminantes. No entanto, a técnica “in vivo” apresenta limitações quanto à avaliação simultânea de um grande número de alimentos, requer considerável uso de animais, mão-de obra, tempo e tem alto custo financeiro (MAURÍCIO et al., 2003).

Técnica in situ

A técnica in situ consiste em determinar o desaparecimento de componentes da amostra de alimentos acondicionados em sacos de náilon, ou outro material sintético, e incubados no rúmen por períodos variáveis (TEIXEIRA, 1997).

Apesar dos esforços para se uniformizar as condições experimentais na utilização da técnica, foram observadas variações que superestimam a fermentação ruminal, produzindo diferenças nos resultados entre laboratórios, mesmo quando se utilizam condições de avaliação idênticas (NOCEK, 1985).

Técnica in vitro semi-automática de produção de gases

Nos últimos anos, a técnica de degradabilidade *in situ* vem sendo substituída pela técnica *in vitro* de produção de gases.

Essas técnicas são capazes de simular o ambiente ruminal e a digestão enzimática (THEODOROU et al., 1994), além de descrever a cinética de fermentação ruminal e estimar o consumo. Dessa forma, elas têm se tornado uma opção para os estudos de forrageiras (MAURÍCIO et al., 2003).

Referências

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analyses, apparatus, reagents, procedures and some applications**. Washington, DC: USDA, 1970. 20 p. (USDA. Agricultural handbook, 379).

MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases na avaliação de forrageiras tropicais. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 55, n. 2, p. 216-219, abr. 2003.

NOCEK, J. E. Evaluation of specific variables affecting *in situ* estimates of ruminal dry matter and protein digestion. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 60, n. 5, p. 1347-1358, May 1985.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: Ed. UFV, 1998. 166p.

TEIXEIRA, J. C. Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes. In: TEIXEIRA, J. C. (Org.). **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. p. 7-27.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; McALLAN, A. B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 48, n. 3-4, p. 185-197, Aug. 1994.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stages technique for the in vitro digestion of forage crop. **Journal of British Grassland Society**, Aberystwyth, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

Embrapa

Pecuária Sul

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

