

KLEBER VILLELA ARAÚJO

USO DA TÉCNICA DO SACO DE NÁILON MÓVEL NA DETERMINAÇÃO DA  
DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES DE ALGUNS CONCENTRADOS  
E VOLUMOSOS PARA EQUINOS

*Dissertação apresentada à Escola Superior  
de Agricultura de Lavras, como parte das  
exigências do curso de Mestrado em Zootec-  
nia, área de concentração em Nutrição Ani-  
mal Monogástrico para obtenção do título de  
"Mestre".*

Orientador

Profº José Augusto de Freitas Lima

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1994

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da ESAL.

Araújo, Kleber Villela.

Uso da técnica do saco de náilon móvel na determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes de alguns concentrados e volumosos para equinos / Kleber Villela Araújo. -- Lavras : ESAL, 1994.

50 p. : il.

Orientador: José Augusto de Freitas Lima.  
Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.  
Bibliografia.

1. Eqüinos - Alimentação e alimentos. 2. Eqüinos - Digestibilidade. 3. Eqüinos - Técnica do saco de náilon móvel. 4. Saco de náilon móvel - Eqüinos - Determinação da digestibilidade. I. Escola Superior de Agricultura de Lavras. II. Título.

CDD-636.1084  
-636.1085




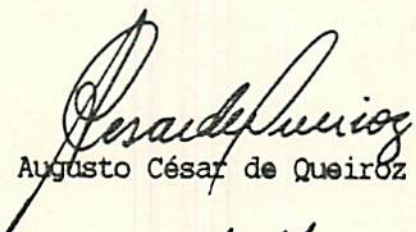
KLEBER VILLELA ARAÚJO

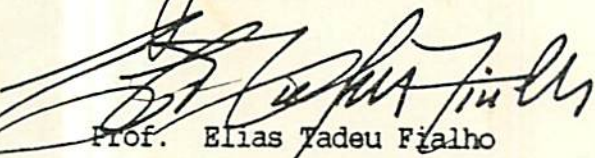
USO DA TÉCNICA DO SACO DE NÁILON MÓVEL NA DETERMINAÇÃO DA  
DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES DE ALGUNS CONCENTRADOS  
E VOLUMOSOS PARA EQUINOS


*Dissertação apresentada à Escola Superior  
de Agricultura de Lavras, como parte das  
exigências do curso de Mestrado em  
Zootecnia, área de concentração em Nutrição  
Animal Monogástrico para obtenção do título  
de "Mestre".*

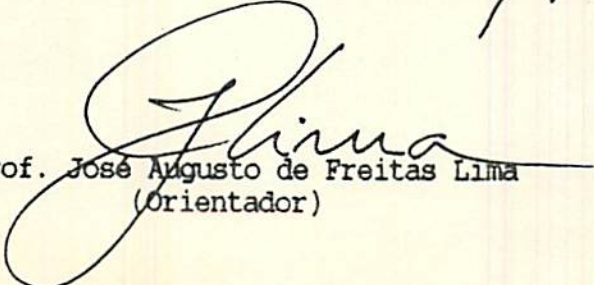
Aprovada: 10/06/94

  
Prof. Júlio César Teixeira

  
Prof. Augusto César de Queiroz

  
Prof. Elias Tadeu Fialho

  
Prof. Antônio Ilson Gomes de Oliveira

  
Prof. José Augusto de Freitas Lima  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq);

Ao professor José Augusto de Freitas Lima pela orientação e amizade;

Aos funcionários do estábulo do Departamento de Zootecnia da ESAL, especialmente ao Cláudio Borges de Oliveira;

Ao funcionário José Geraldo Vilas Boas;

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da ESAL;

Aos alunos de graduação do curso de Zootecnia, Celso Marcial Gomes Júnior, Danilo Mariano Figueredo e Geraldo Alves de Souza Filho;

Aos colegas do curso de Mestrado;

A Rozane Aparecida da Silva pelo seu trabalho de digitação;

A todos que ajudaram de alguma forma.



## BIOGRAFIA

KLEBER VILLELA ARAÚJO, filho de Dermeval Araújo e Marilda Villela Araújo, nasceu em Cruzília, Minas Gerais em 05 de maio de 1968.

Graduou-se em Zootecnia pela Escola Superior de Agricultura de Lavras em abril de 1992. Em Abril do mesmo ano iniciou o curso de mestrado em Zootecnia, também na Escola Superior de Agricultura de Lavras na área de Nutrição Animal Monográstrico, defendendo tese em 10 de junho de 1994.

Em Janeiro de 1993 entrou para o quadro de técnicos credenciados da Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM).

## SUMÁRIO

|   | Página |
|---|--------|
| LISTA DE TABELAS.....   | vi     |
| LISTA DE FIGURAS.....   | viii   |
| RESUMO.....   | ix     |
| SUMMARY.....  | xi     |
| 1-INTRODUÇÃO.....   | 01     |
| 2- REVISÃO DE LITERATURA.....   | 03     |
| 2.1. Particularidades da digestão.....  | 03     |
| 2.2. Digestibilidade aparente pela técnica do saco de náilon móvel.....                           | 05     |
| 2.3. Fatores que influênciam a digestibilidade aparente pela técnica de saco de náilon móvel..... | 09     |
| 2.3.1. Tempo de passagem do saco de náilon.....   | 09     |
| 2.3.2. Tamanho do saco de náilon.....   | 10     |
| 2.3.3. Porosidade do saco de náilon.....  | 11     |
| 2.3.4. Relação amostra/área do saco de náilon.....  | 11     |
| 2.3.5. Granulometria da amostra.....  | 12     |
| 2.3.6. Contaminações e impregnações.....  | 13     |
| 2.3.7. Efeito do nível de fibra .....   | 13     |
| 3- MATERIAL E MÉTODOS.....  | 14     |
| 3.1. Localização e fatores climáticos.....  | 14     |
| 3.1.1. Experimento 1: Determinação do tamanho do saco de náilon e do tempo de passagem.....       | 15     |
| 3.1.1.1. Animais.....   | 15     |
| 3.1.1.2. Tratamentos e preparação dos sacos de náilon.....  | 15     |
| 3.1.1.3. Manejo e alimentação dos animais.....  | 16     |
| 3.1.1.4. Período experimental.....  | 18     |
| 3.1.1.5. Coleta de amostras e análises laboratoriais.....   | 19     |



|          |  |    |
|----------|--|----|
| 3.1.1.6. | Determinação do tempo de passagem dos sacos de náilon e da digestibilidade aparente da matéria seca do amido.....  | 20 |
| 3.1.1.7. | Delineamento experimental.....   | 20 |
| 3.1.2.   | Experimento 2: Determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes de alguns concentrados, através da técnica do saco de náilon móvel.....             | 21 |
| 3.1.2.1. | Preparo dos alimentos estudados.....   | 21 |
| 3.1.2.2. | Período experimental.....  | 22 |
| 3.1.2.3. | Análises laboratoriais.....  | 22 |
| 3.1.2.4. | Determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes.....   | 23 |
| 3.1.3.   | Experimento 3: Determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes de alguns volumosos e concentrados, através da técnica do saco de náilon móvel..... | 24 |
| 3.1.3.1. | Preparo dos alimentos estudados.....   | 24 |
| 3.1.3.2. | Período experimental.....  | 25 |
| 3.1.3.3. | Análises laboratoriais.....  | 25 |
| 4-       | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 26 |
| 4.1.     | Experimento 1: Determinação do tamanho do saco de náilon e do tempo de passagem.....   | 26 |
| 4.1.1.   | Tamanho do saco de náilon e tempo de passagem.....   | 26 |
| 4.1.2.   | Digestibilidade aparente da matéria seca do amido...   | 31 |
| 4.2.     | Experimento 2: Determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes de alguns concentrados, através da técnica do saco de náilon móvel.....             | 33 |
| 4.3.     | Experimento 3: Determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes de alguns volumosos e concentrados, através da técnica do saco de náilon móvel..... | 38 |
| 5-       | CONCLUSÕES.....  | 43 |
|          | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 44 |
|          | APÊNDICE .....   | 48 |

## LISTA DAS TABELAS

| Tabela   |   | Página |
|----------|---|--------|
| TABELA 1 | Composição centesimal e química do concentrado, utilizado nos três experimentos.....  | 17     |
| TABELA 2 | Composição química do "capim elefante" e dos ingredientes do concentrado com base na matéria natural, utilizados nos três experimentos..... | 18     |
| TABELA 3 | Composição química dos alimentos estudados com base na matéria natural....  | 22     |
| TABELA 4 | Composição química dos alimentos estudados com base na matéria natural....  | 25     |
| TABELA 5 | Percentagem acumulada de recuperação para os três tamanhos de saco de náilon.....   | 27     |
| TABELA 6 | Percentagem acumulada de recuperação das partículas de polietileno para as quatro potras.....   | 29     |



| Tabela    |   | Página |
|-----------|---|--------|
| TABELA 7  | Coeficientes médios de digestibilidade aparente da matéria seca do amido, para os três tamanhos de sacos de náilon.....   | 31     |
| TABELA 8  | Tempo de passagem médio dos sacos de náilon dos alimentos estudados e respectivos erros padrão.....   | 33     |
| TABELA 9  | Taxa de recuperação dos sacos de náilon para cada alimento estudado.....  | 34     |
| TABELA 10 | Coeficientes médios de digestibilidade aparente e respectivos erros padrão da matéria seca (DAMS), da proteína bruta (DAPB), da fibra em detergente neutro (DAFDN) e da energia bruta (DAEB)..... | 34     |
| TABELA 11 | Energia digestível de alguns alimentos obtidos por dois métodos, na matéria natural (MN) e na matéria seca (MS).....  | 36     |
| TABELA 12 | Tempo de passagem médio dos sacos de náilon dos alimentos estudados e respectivos erros padrão.....   | 38     |
| TABELA 13 | Taxa de recuperação dos sacos de náilon para cada alimento estudado.....  | 39     |
| TABELA 14 | Coeficientes médios de digestibilidade aparente e respectivos erros padrão da matéria seca (DAMS), da proteína bruta (DAPB), da fibra em detergente neutro (DAFDN) e da energia bruta (DAEB)..... | 40     |
| TABELA 15 | Valores de proteína digestível e energia digestível para cada alimento estudado, na matéria natural.....  | 41     |

## LISTA DE FIGURAS

| Figura   |  | Página |
|----------|--|--------|
| FIGURA 1 | Percentagem acumulada de recuperação para os três tamanhos de saco de náilon                               | 28     |
| FIGURA 2 | Horas necessárias para atingir 80% de recuperação das partículas de polietileno para as quatro potras..... | 30     |



## RESUMO

ARAÚJO, Kleber Villela. Uso da Técnica do Saco de Náilon Móvel na Determinação da Digestibilidade Aparente dos Nutrientes de Alguns Concentrados e Volumosos para Equinos. Lavras, ESAL, 1994. 48P. (Dissertação - Mestrado em Nutrição Animal Monogástrico)\*.

Foram realizados três experimentos nas instalações do Departamento de Zootecnia da ESAL, com o objetivo de estudar a utilização da técnica do saco de náilon móvel, para determinação da digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), da proteína bruta (DAPB), da fibra em detergente neutro (DAFDN) e da energia bruta (DAEB) de alguns alimentos para equinos. Nos três experimentos foram utilizadas 4 potras sem raça definida, com uma idade aproximada de 4,5 anos. No primeiro experimento foram estudados 3 tamanhos de saco de náilon: pequeno (3,5 x 3,5 cm), médio (3,5 x 4,5 cm) e grande (3,5 x 6,5 cm), e o tempo de passagem da digesta através de partículas de polietileno. Baseado nos resultados obtidos no experimento 1, utilizaram-se, nos demais experimentos, os sacos de tamanho grande (3,5 x 6,5 cm) os quais determinaram os coeficientes de digestibilidade aparente dos seguintes alimentos: milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de algodão, feno de "coast-cross", feno de alfafa, "capim elefante", cana-de-açúcar, raspa integral de mandioca, farelo integral de arroz e MDPS. No experimento 1 foram inseridos 6 sacos de náilon de cada tamanho/potra e nos experimentos 2 e 3 foram introduzidos 20 e 10 sacos de cada alimento/potra, respectivamente, através de sonda nasogástrica e, após, os sacos foram recuperados nas fezes. Os resultados de tempo de passagem dos sacos de náilon para os 3 tamanhos foram: pequeno (42 horas) médio (54 horas) e grande (48 horas), enquanto que o

---

\* Orientador: José Augusto de Freitas Lima. Membros da Banca: Júlio César Teixeira, Augusto César de Queiroz, Elias Tadeu Fialho e Antônio Ilson Gomes de Oliveira.



tempo de passagem da digesta variou de 48 a 66 horas. Os tamanhos dos sacos de náilon não afetaram ( $P > 0,05$ ) a DAMS do amido puro de milho. Dentre os alimentos concentrados e volumosos estudados, o farelo de soja e o feno de alfafa foram os que apresentaram os maiores coeficientes de DAMS, DAPB, DAFDN e DAEB, respectivamente. Concluiu-se, portanto, que os sacos de náilon, médio e grande, podem ser utilizados para determinar a digestibilidade aparente dos nutrientes; entretanto, o de tamanho grande foi o mais adequado, devido a sua maior capacidade de amostra. A técnica do saco de náilon mostrou ser eficiente para se determinar a digestibilidade dos nutrientes de alimentos para equinos.



## SUMMARY

### USE OF THE MOBILE NYLON BAG TECHNIC IN THE DETERMINATION OF APPARENT DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS OF SOME CONCENTRATES AND ROUGHAGES FOR EQUINES.

Three experiments were carried on in the surroundings of the Department of Animal Science at the ESAL, with a view to investigate the utilization of the mobile nylon bag technic, for determination of the apparent digestibility of dry matter (ADDM), crude protein (ADEP), neutral detergent fiber (ADNDF) and crude energy (ADCE) of some feeds for equines. In the three experiments, 4 fillies without a definite breed, aged about 4.5 years were utilized. In the first experiment, three sizes of nylon bag were investigated: small (3,5 x 3,5 cm), medium (3,5 x 4,5 cm) and large (3,5 x 6,5 cm) and time of passage of the digesta through polietylene particles. Based upon the results obtained in experiment 1, bags of large size (3,5 x 6,5 cm) were utilized in the other experiments which assessed the digestibility coefficients of the following feeds: corn soybean meal, wheat meal, cottonseed meal, coast-cross hay, alfafa hay, "elephant" grass, sugar cane, whole cassava meal, whole rice meal and ground corn straw and cob (GCSC). In experiment 1, 6 nylon bags of each size/filly were inserted and in experiment 2 and 3; 20 and 10 nylon bags of each feed/filly were introduced, respectively, through a nasogastric probe and, afterwards, the bags were recovered in the feces. The results for time of passage of the nylon bags for the 3 sizes were: small (42 hours), medium (54 hours) and large (48 hours), whereas time of passage of the digesta ranged from 48 to 66 hours. The sizes of the nylon bags did not affect ( $P > 0,05$ ) the ADDM of corn pure starch. Out of the concentrates and roughages studied, soybean meal and alfafa hay were the ones that showed the highest, coefficients of ADDM, ADCP, ADNDF and ADCE, respectively. It follows, therefore, that the nylon bags, both large and medium, can be used to determine apparent digestibility of nutrients; however, the one of large size was the most appropriate owing to its largest sample capacity. The nylon bag technic proved to be effective, to evaluate the digestibility of nutrients of equine feeds.



## 1 INTRODUÇÃO

Segundo a Fao (1992), a população de eqüinos do Brasil está entre as maiores do mundo, com aproximadamente 6.200.000 cavalos, 2.060.000 muares e 1.350.000 asininos. Desta forma a equinocultura nacional é extremamente importante para o meio rural, gerando um grande número de empregos diretos e indiretos, além de produzir trabalho, esporte e lazer.

Dentre os fatores de produção, a alimentação representa 70 a 80% do custo e é determinante no sucesso da criação. A alimentação associada ao manejo adequado resulta em animais com bom desenvolvimento muscular e ósseo e, conseqüentemente, apresentam maior longevidade, eficiência no trabalho e melhor desempenho reprodutivo.

A nutrição de eqüinos no Brasil tem-se baseado em práticas empíricas e padrões de alimentação elaborados em países de clima temperados. Esse fato se deve à escassez de pesquisas na área de nutrição e alimentação realizadas em



condições brasileiras e com raças nacionais.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a utilização da técnica do saco de náilon móvel, para a determinação da digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), da proteína bruta (DAPB), da fibra em detergente neutro (DAFDN) e da energia bruta (DAEB) de alguns alimentos comumente utilizados para eqüinos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Particularidades da digestão

Dentre os parâmetros utilizados para medir a quantidade de nutrientes que podem ser aproveitados pelo animal, usa-se a digestibilidade aparente, que se refere à porção do nutriente do alimento consumido, passível de ser digerido e absorvido no trato gastro intestinal. Quanto maior a digestibilidade dos nutrientes de um alimento, maior será a quantidade de nutrientes fornecidos para os processos de manutenção, crescimento, reprodução e trabalho (Carvalho, 1992).

Segundo Olsson e Ruudvere (1955), uma série de fatores afetam a digestão nos eqüinos: individualidade do animal, composição química do alimento, capacidade de alimentação, tipo de trabalho, a granulometria e conteúdo de água nos alimentos, velocidade de trânsito dos alimentos no trato



digestivo e a quantidade de fibra presente na ração.

Os eqüinos são monogástricos herbívoros, cuja a anatomia do aparelho digestivo se caracteriza pela presença de um estômago pequeno e intestino grosso muito desenvolvido, capaz de digerir alimentos fibrosos com maior eficiência que outros monogástricos.

Os eqüinos têm uma fisiologia digestiva com características específicas: uma mastigação eficiente, uma taxa de passagem gástrica rápida, uma digestão enzimática intensa no intestino delgado e uma ação microbiana prolongada no intestino grosso. Devido à pequena capacidade do estômago, o bolo alimentar é estratificado. Sendo que a ordem de chegada dos alimentos condiciona a ordem de saída dos mesmos, permanecendo o último terço do bolo alimentar que sofrerá, com maior intensidade, a ação do suco gástrico (Wolter, 1975).

A mastigação do cavalo é acompanhada por uma abundante secreção salivar, que contém uma enzima amilolítica muito pouco eficaz e praticamente sem tempo de atuar, tendo como principal finalidade umidecer os alimentos (Wolter, 1975).

Conforme as observações de Kern, Slyter e Leffel (1974), a população de bactérias presente no ceco e no cólon dos eqüinos é semelhante a do rúmem dos bovinos. Uden e Van Soest (1982), porém, comentam que, devido à digestão e à absorção de carboidratos solúveis e de proteína ocorrerem antes do intestino grosso, pouco substrato além do material fibroso atinge o ceco dos eqüinos, podendo prejudicar a população de microorganismos, diminuindo assim o aproveitamento dos carboidratos estruturais.



Vander Noot e Gilbreath (1970) constataram que os eqüinos digerem fibra com 70% da capacidade dos ruminantes. Uden e Van Soest (1982) justificaram esses resultados pelo fato dos eqüinos, apresentarem uma taxa de passagem mais rápida pelo trato digestivo e, com isso, o tempo de permanência do alimento no trato digestivo é menor, reduzindo assim a ação microbiana.

Segundo Wolter (1975), a velocidade de trânsito do alimento no trato digestivo do cavalo está entre a de monogástricos não herbívoros e a de ruminantes. Vander Noot *et al.* (1967), medindo o tempo de passagem do óxido crômico pelo trato digestivo de cavalos, obtiveram recuperação de 83% do óxido crômico com 48 horas e 97% com 72 horas, após a alimentação. Entretanto Alexander citado por Robison e Slade (1974), usando partículas coloridas e Haenlein, Smith e Yoon (1966) usando óxido crômico, obtiveram 100% de recuperação nas 48 horas subsequentes à alimentação. Um maior tempo de passagem foi encontrado por Hintz e Loy (1966), usando partículas de polietileno, onde 99% foram recuperados com 63 horas após a alimentação.

## 2.2 -Digestibilidade aparente pela técnica do saco de náilon móvel

Estudos sobre a digestibilidade dos nutrientes dos alimentos para eqüinos necessitam de grandes quantidades de alimento e se limitam a testar um alimento por ensaio. A utilização de sacos de náilon, contendo pequenas amostras, evitam essas limitações, medindo-se rapidamente a digestibilidade dos nutrientes de vários concentrados e volumosos ao mesmo



tempo, num período relativamente curto.

O uso de sacos em estudos de digestão data de longo tempo. Spallanzani citado por Sauer, Jorgensen e Berzins (1983), estudou em cães a digestão e a taxa de passagem do pão e da carne, contidos em sacos de linho, sendo excretados nas fezes em menos de 24 horas e o conteúdo desapareceu completamente.

Recentemente Petry e Handlos, citados por Sauer, Jorgenson e Berzins (1983), revisaram a técnica do saco de náilon, para estudar a digestibilidade de nutrientes em alimentos para suínos, pela administração oral de alimento, dentro de pequenos sacos de náilon. Os resultados encontrados não foram compatíveis aos métodos convencionais de digestibilidade, provavelmente devido à prolongada retenção dos sacos no estômago.

Sauer, Jorgenson e Berzins (1983) realizaram uma série de experimentos com suínos, a fim de aprimorar a técnica do saco de náilon móvel, para se medir a digestibilidade dos nutrientes. No primeiro experimento, os sacos de náilon foram colocados diretamente dentro do estômago e recuperados nas fezes. Os coeficientes de digestibilidade foram maiores do que os obtidos pelo método de coleta total. Em um segundo experimento, os sacos foram inseridos no estômago, via cânula gástrica, removidos após 2,5 horas e colocados no duodeno, através de cânula; os valores da digestibilidade foram inferiores aos obtidos pelo método de coleta total. Num último experimento, fizeram uma pré-digestão "in vitro" com HCl 0,01N e pepsina (1 g/l). Em seguida, os sacos foram inseridos pela cânula duodenal e recuperados nas fezes. Os resultados foram semelhantes aos obtidos em experimentos



convencionais de digestibilidade, revelando-se uma técnica precisa, rápida e de baixo custo para se determinar a digestibilidade dos nutrientes. Esse método desenvolvido por Sauer, Jorgensen e Berzins (1983) é conhecido como a "técnica do saco de náilon móvel".

Graham *et al.* (1985) compararam a técnica do saco de náilon móvel com o método de coleta total, para determinar a digestibilidade dos nutrientes de alguns alimentos com suínos. Observaram que os coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica e da proteína bruta determinados pela técnica do saco de náilon foram superestimados para todos os alimentos em estudo. A alta digestibilidade da proteína bruta foi parcialmente explicada por perdas de pequenas partículas dos sacos de náilon e pela solubilização de compostos nitrogenados, que não foram digeridos "in vivo". Para a matéria orgânica, a superestimação foi também justificada, pelas perdas de pequenas partículas dos sacos de náilon. Outras pesquisas foram realizadas com suínos, a fim de se comparar a digestibilidade dos nutrientes entre as técnicas do saco de náilon móvel e coleta total. Os coeficientes de digestibilidade, encontrados nestes trabalhos, foram subestimados pela técnica do saco de náilon, para proteína bruta (Sauer *et al.*, 1989), para energia bruta (Lange *et al.*, 1986) e para matéria seca (Leterme, Thewis e Francois 1989). Leterme, Thewis e Francois (1989) explicam que o menor valor da digestibilidade da matéria seca foi devido à presença de matéria fecal, no meio das malhas do náilon, que não foi completamente eliminada pela lavagem.



Em bovinos, o uso da técnica do saco de náilon móvel permite determinar a digestibilidade dos nutrientes dos alimentos, durante sua passagem pelo intestino, com precisão, rapidez e baixo custo (Boer *et al.*, 1987a ; Teixeira, Huber e Wanderley, 1989).

Para equínos, não foram encontradas referências utilizando essa técnica. As pesquisas estão resumidas ao método "in situ", onde se faz uma pré-digestão "in vitro", simulando o estômago e depois os sacos de náilon são incubados no ceco, através de fístulas (Miraglia, Martin-Rosset e Tisserand, 1988).

Koller e Hintz (1978) trabalharam com vacas fistuladas no rúmem e pôneis fistulados no ceco, com o objetivo de comparar a digestibilidade dos nutrientes das forragens pela técnica "in vitro" e "in situ". Os resultados mostraram que as bactérias do rúmem digerem a matéria seca e frações da parede celular mais eficientemente que as do ceco. A técnica "in vitro" proporcionou valores de digestibilidade da matéria seca e da parede celular, inferiores aos obtidos pela técnica do saco de náilon, devido, principalmente, às condições favoráveis somente para as bactérias celulolíticas, não proporcionando desta forma condições ideais para atividade de outras bactérias.

Miraglia, Martin-Rosset e Tisserand (1988), comparando a técnica "in situ" e coleta total em pôneis, encontraram coeficientes de digestibilidade positivamente correlacionados à matéria seca e à matéria orgânica.

Applegate e Hershberger (1969) utilizaram os métodos de digestibilidade "in vitro", "in situ" e coleta total, para



comparar a digestibilidade dos nutrientes de três fenos com pôneis. Os autores constataram que a digestibilidade da celulose, hemicelulose e matéria seca foram maiores pelo método de coleta total, intermediária pela técnica do saco de náilon e menores pela técnica "in vitro". Porém, os coeficientes de digestibilidade para matéria seca, celulose e hemicelulose, obtidos "in vitro", foram positivamente correlacionados aos obtidos pela técnica do saco de náilon. Os coeficientes para celulose e matéria seca encontrados "in vitro" e pela técnica do saco de náilon foram positivamente correlacionados aos respectivos coeficientes encontrados pelo método de coleta total. Os autores concluíram que as técnicas "in vitro" e "in situ", proporcionaram confiáveis estimativas para a digestibilidade de forragens.

## 2.3- Fatores que influenciam a digestibilidade aparente pela técnica do saco náilon móvel

### 2.3.1. Tempo de passagem do saco de náilon

Alguns autores, trabalhando com suínos, não encontraram efeito do tempo de passagem de sacos de náilon do duodeno até o ânus sobre a digestibilidade dos nutrientes (Graham *et al.*, 1985; Leterme, Thewis e Francois, 1989; Brand *et al.*, 1989), porém, notaram um maior tempo de passagem para os sacos introduzidos na parte da manhã, quando comparados aos inseridos à tarde (Graham *et al.*, 1985; Leterme, Thewis e Francois, 1989).



Teixeira, Huber e Wanderley (1989), trabalhando com bovinos, não observaram influência do tempo de passagem de sacos de náilon do duodeno até o ânus sobre a digestibilidade da matéria seca da proteína pura de soja. No entanto, Arias (1992) encontrou que o tempo de passagem dos sacos de náilon no intestino delgado de bovinos afetou de maneira diferente a digestibilidade da matéria seca para resíduos de alimentos incubados no rúmem. Esses resultados indicam a necessidade de se avaliar o efeito do tempo de passagem dos sacos de náilon sobre a digestibilidade aparente da matéria seca para cada alimento.

### 2.3.2. Tamanho do saco de náilon

Leterme, Thewis e Francois (1989) trabalharam com dois tamanhos de saco de náilon (30 x 45 mm e 25 x 40 mm) para suínos; os resultados mostraram que não houve diferença no tempo de passagem ( $22h \pm 6$  e  $24h \pm 6$ ), respectivamente, mas influenciaram a digestibilidade da matéria seca ( $87,2 \pm 3,6$  e  $89,2 \pm 4,7$ ), respectivamente. Os sacos maiores tendem a amassar nas extremidades, sendo menos expostos à ação do suco gástrico, resultando em uma menor digestibilidade. Teixeira, Huber e Wanderley (1989) também não encontraram influência do tamanho do saco de náilon, sobre o tempo de passagem do duodeno ao ânus, em bovinos.

### 2.3.3. Porosidade do saco de náilon

A porosidade dos sacos de náilon é um fator muito divergente, tanto para técnica do saco de náilon móvel como para a "in situ". Grahan *et al.* (1985) utilizaram porosidade de 10 e 36 micras para suínos e os valores de desaparecimento da matéria orgânica para ambas as porosidades foram semelhantes. Uden e Van Soest (1984), trabalhando com a técnica "in situ" para pôneis, utilizaram duas porosidades, 5 e 37 micras, concluindo que a porosidade de 5 micras é muito pequena para se estudar a degradação de plantas fibrosas. Para bovinos, em uma revisão feita por Nocek (1988), concluiu-se que se deve usar a porosidade entre 40 e 60 micras para técnica "in situ".

### 2.3.4. Relação amostra/área de saco de náilon

Segundo Nocek (1988), para técnica "in situ" em bovinos deve-se manter uma relação de 10 a 20 mg de matéria seca de amostra/cm<sup>2</sup> de superfície de saco. Porém, Grahan *et al.* (1985) excederam muito essa relação, quando trabalharam com sacos de náilon móvel para suínos. Não observaram influência no desaparecimento da matéria orgânica da aveia e ervilha, possivelmente devido à diferença na fisiologia do aparelho digestivo.

Varvikko e Vanhatalo (1990), trabalhando com digestibilidade pós ruminal em bovinos avaliaram diferentes aberturas de poros e quantidade de amostra por área dos sacos de



náilon. Concluíram que a digestibilidade é mais afetada pela área do que pela abertura dos poros, porém, não foram encontrados na literatura consultada, resultados de pesquisa, determinando qual a melhor relação para a técnica dos sacos de náilon móveis.

### 2.3.5. Granulometria da amostra

Brand *et al.* (1989) estudaram três granulometrias do sorgo grão (800 micras, 1 mm e 3 mm), usando a técnica do saco de náilon móvel para suínos. Os resultados de energia digestível mostraram que a amostra moída a 3mm foi significativamente menor do que 800 micras e esse, por sua vez, foi maior que 1 mm. Portanto a granulometria de 1mm foi a que melhor se correlacionou aos valores de energia digestível obtidos pelo método de coleta total. Sauer *et al.* citados por Arias (1992), também encontraram um aumento na digestibilidade da proteína do farelo de soja de 88,2 para 91,3%, quando o tamanho das partículas decresceu de 2 para 0,5mm, respectivamente, mas não houve alteração na digestibilidade, para a farinha de carne e ossos. Isso indica que o efeito da moagem sobre a digestibilidade depende das características dos alimentos. Para os trabalhos com sacos de náilon incubados no rúmem, Nocek (1988) recomenda que concentrados protéicos e energéticos devam ser moídos a 2 mm, enquanto que, para sub-produtos fibrosos, fenos e silagens, a granulometria ideal deve ser de 5 mm.

### 2.3.6. Contaminações e impregnações

As contaminações ocorrem devido à presença de material endógeno e bacteriano nos resíduos dos sacos de náilon, enquanto que as impregnações são devido à presença de material endógeno, bacteriano e fecal, nas paredes externas dos sacos de náilon.

Leterme, Thewis e Francois (1989) determinaram a contaminação dos resíduos dos sacos de náilon para suínos por compostos nitrogenados de origem endógena e / ou bacteriana, através de nitrogênio marcado ( $N^{15}$ ). A contaminação foi mais que dois terços do total de nitrogênio, presente nos resíduos e, em sacos rigorosamente lavados, foi mais que um terço. Teixeira, Huber e Wanderley (1989) trabalhando com digestibilidade pós-ruminal em bovinos, encontraram impregnações nos sacos de náilon de 3,9 mg/saco ou 2,55%, considerados pequenos, quando comparados às impregnações do rúmem. No estudo realizado por Boer, Murphy e Kennelly (1987b), também com digestibilidade pós-ruminal em bovinos, encontraram que a contaminação microbiana na matéria seca dos sacos é mínima e afirmaram que a lavagem tende a remover as contaminações endógenas e microbianas.

### 2.3.7. Efeito do nível de fibra

Brand *et al.* (1989) estudaram a influência da dieta basal na digestibilidade da energia bruta pela técnica do saco náilon móvel em suínos e não observaram efeito, embora a dieta com alta fibra (8%) tenha sido associada ao menor valor de energia digestível e a de baixa fibra (2%) associada a uma energia digestível maior.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - Localização e fatores climáticos

Foram realizados três experimentos, nas instalações do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura de Lavras, utilizando-se potras sem raça definida.

O município de Lavras, na região Sul do estado de Minas Gerais está geograficamente definido pelas coordenadas de 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude Oeste de Greenwich, com uma altitude média de 910 metros (Castro Neto, Sediyaama e Vilela, 1980). O clima é do tipo CWB, segundo classificação de KOPPEN, tendo duas estações definidas : seca (de abril a setembro) e chuvosa (de outubro a março).

A precipitação pluviométrica no ano de 1993 foi de 1.237,6 mm, com temperatura média das máximas de 27,3 °C e a média das mínimas de 15,5 °C. (Dados meteorológicos fornecidos pelo setor de Bioclimatologia do Departamento de Biologia da ESAL, 1993).

### 3.1.1 - Experimento 1: Determinação do tamanho do saco de náilon e do tempo de passagem

#### 3.1.1.1 - Animais

Foram utilizadas quatro potras sem raça definida com uma idade aproximada de 4,5 anos e com os seguintes pesos: A = 322; B = 337; C = 320; D = 341 Kg. Nos demais experimentos foram utilizados os mesmos animais, porém se observou um pequeno aumento nos pesos de todas as potras.

#### 3.1.1.2 - Tratamentos e preparação dos sacos de náilon

Os tratamentos utilizados foram três tamanhos de saco de náilon, preparados a partir de um tecido de poliéster (100%), branco, com porosidade determinada de 41 micras, cortados em tamanhos regulares de forma a apresentarem as seguintes dimensões internas: 3,5 x 3,5 cm (pequeno); 3,5 x 4,5 cm (médio); 3,5 x 6,5 cm (grande), que foram fechados à quente por uma seladora para náilon.

Primeiramente os sacos foram colocados em estufa a 60°C, com ventilação forçada por 24 horas, retirados e colocados em dessecador até esfriarem, e depois, pesados. Posteriormente 500 mg de amido puro de milho foram colocados em cada saco, mantendo-se uma relação entre 10 e 20 mg de MS de amostra/cm<sup>2</sup> de superfície dos sacos, conforme recomendações de Nocek (1988); em seguida fechados e colocados em uma estufa com ventilação forçada a uma temperatura de 60°C durante 24 horas. Depois foram retirados e colocados em dessecador para



esfriarem e, logo depois, pesados novamente.

### 3.1.1.3. Manejo e alimentação dos animais

Nos três experimentos, os animais foram vermifugados, tosados e banhados com um carrapaticida, antes de iniciarem o período pré-experimental. Foram alojados em bretes individuais ( 2,6 X 1,2 m ) providos de bebedouro, cocho e piso cimentado.

O "capim elefante" (*Pennisetum purpureum*, Schum) foi fornecido picado, a uma quantidade de 8% do peso vivo. O concentrado foi formulado, conforme a Tabela 1 e oferecido a uma quantidade de 4 kg/animal/dia, de forma atender as recomendações do NRC (1989). A dieta foi dividida em duas porções ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas, sendo o concentrado e volumoso, fornecidos ao mesmo tempo, porém separados. O consumo do volumoso e do concentrado foi medido diariamente. A composição química do "capim elefante" e dos ingredientes do concentrado encontram-se na Tabela 2.

As potras eram soltas em uma área cimentada próxima aos bretes, duas vezes ao dia para se exercitarem. Nesse período fazia-se a limpeza dos bretes e o fornecimento da dieta.

TABELA 1 - Composição centesimal e química do concentrado utilizado nos três experimentos.

| ITENS                                     |         |
|---|---------|
| <hr/>                                     |         |
| Ingredientes                              | (%)     |
| Milho                                     | 66,5    |
| Farelo de soja                            | 22,0    |
| Farelo de trigo                           | 6,5     |
| fosfato bicálcico                         | 0,8     |
| Calcário                                  | 1,7     |
| Sal comum                                 | 0,5     |
| Nutriansal - eqüinos <sup>1</sup>         | 2,0     |
| <hr/>                                     |         |
| Composição Química                        |         |
| <hr/>                                     |         |
| Materia seca <sup>2</sup> (%)             | 87,40   |
| Proteína bruta <sup>3</sup> (%)           | 16,20   |
| Energia digestível <sup>4</sup> (Kcal/Kg) | 3130,00 |
| Cálcio <sup>3</sup> (%)                   | 1,17    |
| Fósforo <sup>3</sup> (%)                  | 0,64    |
| Lisina <sup>4</sup> (%)                   | 0,85    |
| <hr/>                                     |         |

1) 1000g contendo: 150gCa ; 90g P; 150gNa, 225 g Cl; 5g Mg; 300mg Zn; 2500mg Fe; 300 mg Cu ; 6 mg Co ; 350 mg Mn ; 20 mg I; 6 mg de Se; 300.000 UI vit. A ; 50.000 UI vit D<sub>3</sub> ; 1000 UI vit E ; 200 mg vit B<sub>1</sub>, 180mg vit B<sub>2</sub>; 200mcg vit B<sub>12</sub>; 300 mg ac. pantotênico; 5g DL-metionina; 0,1 g B.H.T; e excipiente q.s.p 1000g.

2) Valor analisado no Laboratório de Nutrição Animal (LNA)-DZO-ESAL.

3) Valores calculados com base na análise dos ingredientes realizadas no L N A - DZO-ESAL.

4) Valores calculados segundo o NRC (1989)



TABELA 2- Composição química do "capim elefante" e dos ingredientes do concentrado com base na matéria natural, utilizados nos três experimentos.

| Alimento                      | MS (%) | Matéria natural (%) |      |       |       |       |
|-------------------------------|--------|---------------------|------|-------|-------|-------|
|                               |        | PB                  | EE   | FB    | Ca    | Pt    |
| "Capim elefante" <sup>1</sup> | 25,77  | 4,69                | 2,30 | 38,84 | 0,32  | 0,17  |
| Milho                         | 84,48  | 8,49                | 3,21 | 1,85  | 0,05  | 0,18  |
| Farelo de soja                | 87,38  | 43,68               | 2,88 | 3,75  | 0,30  | 0,60  |
| Farelo de trigo               | 86,11  | 14,84               | 3,85 | 6,34  | 0,14  | 1,11  |
| Fosfato bicálcio              | -      | -                   | -    | -     | 19,97 | 17,78 |
| Calcário                      | -      | -                   | -    | -     | 35,41 |       |

<sup>1</sup>/ Média de 6 coletas

#### 3.1.1.4. Período experimental

O período pré-experimental teve uma duração de 15 dias, com o objetivo de adaptar os animais ao confinamento, à dieta e para ajustar o consumo voluntário.

O experimento foi realizado no período de 24/04/93 a 04/05/93. As 08:00 horas eram inseridos 3 sacos (pequeno, médio e grande) por potra, via sonda nasogástrica, durante 6 dias consecutivos. A sonda utilizada foi um tubo de PVC flexível, transparente, de 2 metros de comprimento e um diâmetro de meia polegada. Em uma das extremidades do tubo foi adaptada uma borracha bastante flexível, para quando introduzida no animal, evita-se irritações no esôfago. No primeiro dia do experimento foram inseridos, também, às 8:00 horas, por meio da sonda

mosogástrica, 150 partículas de polietileno de coloração branca por potra, para determinar o tempo de passagem da digesta.

As coletas de fezes eram realizadas de 6 em 6 horas e os sacos recuperados eram identificados e congelados. Posteriormente, eram lavados com água fria corrente através de uma máquina lavadora, por cerca de 15 minutos e colocados em estufa de circulação forçada a uma temperatura de 60°C durante 24 horas (Teixeira, Huber e Wanderley, 1989). Em seguida, os sacos eram colocados novamente no dessecador para esfriarem e serem pesados. As fezes coletadas eram lavadas através de uma peneira, com o objetivo de reter as partículas de polietileno, para serem então contadas.

#### 3.1.1.5- Coleta de amostras e análises laboratoriais

As amostras dos ingredientes do concentrado foram coletadas no momento da mistura, enquanto as amostras do "capim elefante" foram coletadas diariamente, no momento do fornecimento e, em seguida, congeladas.

Os alimentos foram analisados quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cálcio (Ca), fósforo (P) e fibra bruta (FB), segundo A.O.A.C(1970). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da ESAL.



### 3.1.1.6. Determinação do tempo de passagem dos sacos de náilon e da digestibilidade aparente da matéria seca do amido

O tempo de passagem de cada tamanho de saco de náilon por potra foi anotado e a digestibilidade aparente da matéria seca do amido puro de milho, para cada tamanho de saco de náilon por potra, foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{DAMS (\%)} = \left[ \frac{\text{PA} - \text{PR}}{\text{PA}} \right] \times 100 \quad \text{onde:}$$

DAMS: digestibilidade aparente da matéria seca;

PA : peso da amostra seca a 60°C;

PR : peso do resíduo seco a 60°C.

Os sacos de náilon com tempo de passagem superior a 96 horas foram descartados; portanto, foi calculada a digestibilidade aparente da MS do amido, somente dos sacos de náilon com tempo de passagem até 96 horas, utilizando o mesmo procedimento para a determinação do tempo de passagem.

### 3.1.1.7. Delineamento experimental

Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados com três tratamentos (três tamanhos de saco de náilon), quatro blocos (potras) e seis repetições dentro do bloco. Os resultados de digestibilidade aparente da MS do amido foram analisados pelo Sistema de Análise Estatística - SANEST - desenvolvido por Machado e Zonta (1991) para estruturas desbalanceadas.

### 3.1.2. Experimento 2: Determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes de alguns concentrados através da técnica do saco de náilon móvel.

#### 3.1.2.1. Preparo dos alimentos estudados

Foram estudados cinco alimentos: farelo de soja, farelo de trigo, farelo de algodão, milho e amido puro de milho, cujas composições químicas encontram-se na Tabela 3.

Em função dos resultados obtidos no experimento 1, optou-se por utilizar os sacos de tamanho grande (3,5 x 6,5 cm), uma vez que o tempo de passagem de sacos pequenos foi muito rápido e o saco médio limitou a quantidade de amostra dos alimentos.

Utilizaram-se sacos com a mesma porosidade do experimento 1, onde foram colocados aproximadamente 1,3g de amostra para cada alimento, moídas a 1 mm. A confecção e preparo dos sacos de náilon estão descritos no experimento 1.

Foram utilizados também, os sacos com ausência de alimento (branco), para se determinar as impregnações e para posterior correção da digestibilidade.



TABELA 3 - Composição química dos alimentos estudados com base na matéria natural.

| Alimento          | MS<br>(%) | Matéria natural |            |                 |
|-------------------|-----------|-----------------|------------|-----------------|
|                   |           | PB<br>(%)       | FDN<br>(%) | EB<br>(Kcal/kg) |
| Milho             | 84,10     | 8,30            | 16,80      | 3826,62         |
| Farelo de soja    | 89,04     | 44,92           | 11,30      | 4182,80         |
| Farelo de trigo   | 89,54     | 16,82           | 33,30      | 3823,80         |
| Farelo de algodão | 89,47     | 36,35           | 33,70      | 4127,82         |

### 3.1.2.2 - Período experimental

O experimento teve uma duração de 10 dias. As 07:00 horas eram inseridos 10 sacos (2 com farelo de soja, 2 com farelo de trigo, 2 com farelo de algodão, 2 com milho, 1 com amido e 1 branco) por potra, via sonda nasogástrica, durante 10 dias consecutivos.

As coletas de fezes foram feitas de 8 em 8 horas, e os sacos recuperados eram identificados e congelados. Foi anotado o tempo de passagem de cada saco de náilon, adotando-se a mesma forma de descarte e cálculo do experimento 1. Os demais procedimentos foram realizados conforme descrito no experimento 1.

### 3.1.2.3. Análises laboratoriais

Os vinte sacos referentes a cada alimento/potra foram abertos e os resíduos formaram uma amostra composta, utilizada

nas análises laboratoriais para proteína bruta (PB) (A.O.A.C., 1970), fibra em detergente neutro (FDN) (GOERING e VAN SOEST, 1970) e energia bruta (EB), conforme metodologia descrita por Silva (1981).

As análises de MS, PB, FB, EE, Ca, P e FDN foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da ESAL, enquanto que as análises de energia bruta (EB) foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL - EMBRAPA).

#### 3.1.2.4. Determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes

A fórmula para o cálculo da digestibilidade aparente dos nutrientes foi a seguinte:

$$\text{DAN}(\%) = \left[ \frac{(\text{PA} \times \text{NA}\%) - (\text{PR} \times \text{NR}\%)}{(\text{PA} \times \text{NA}\%)} \right] \times 100 \text{ onde:}$$

DAN - Digestibilidade aparente do nutriente;

PA - Peso da amostra seca a 60°C;

NA - Porcentagem do nutriente na amostra;

PR - Peso do resíduo seco a 60°C;

NR - Porcentagem do nutriente no resíduo.

Os sacos com amostra de amido foram utilizados para determinar somente a digestibilidade aparente da MS, e os sacos brancos para determinar as impregnações.



3.1.3. Experimento 3: Determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes de alguns volumosos e concentrados, através da técnica do saco náilon móvel.

3.1.3.1. Preparo dos alimentos estudados

Foram estudados quatro volumosos: feno de "coast-cross" (*Cynodon dactylon*), feno de alfafa (*Medicago sativa* L.), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), "capim elefante" (*Pennisetum purpureum*, Schum) e três concentrados energéticos: raspa integral de mandioca, milho desintegrado com palha e sabugo e farelo integral de arroz, cujas composições químicas encontram-se na Tabela 4.

Foram utilizados sacos iguais aos fabricados para o experimento 2 e preparados de acordo com a metodologia descrita no experimento 1.

As quantidades de amostra dos volumosos e concentrados foram 900 mg e 1,3 g, respectivamente. Ambas as amostras foram moídas a 1 mm.

TABELA 4 - Composição química dos alimentos estudados com base na matéria natural.

| Alimento                 | MS<br>(%) | Matéria natural |            |                 |
|--------------------------|-----------|-----------------|------------|-----------------|
|                          |           | PB<br>(%)       | FDN<br>(%) | EB<br>(Kcal/kg) |
| Feno de alfafa           | 87,50     | 15,48           | 44,3       | 3472,15         |
| Feno de "coast-cross"    | 91,05     | 9,65            | 71,5       | 3909,18         |
| Cana-de-açúcar           | 27,01     | 3,36            | 52,2       | 3948,19         |
| "Capim elefante"         | 30,47     | 4,71            | 72,3       | 3857,44         |
| Raspa int. mandioca      | 86,65     | 3,02            | 21,6       | 3461,89         |
| Milho des.pal. e sabugo  | 88,21     | 8,75            | 26,5       | 3917,01         |
| Farelo integral de arroz | 88,28     | 17,95           | 22,00      | 4824,47         |

### 3.1.3.2. Período experimental

O experimento teve duração de 10 dias. As 7 horas eram inseridos sete sacos (1 com feno de coast-cross", 1 com feno de alfafa, 1 com cana-de-açúcar, 1 com "capim elefante", 1 com raspa integral de mandioca, 1 com MDPS e 1 com farelo de integral de arroz) por potra, via sonda nasogástrica, durante 10 dias consecutivos.

As coletas dos sacos de náilon foram feitas conforme descrito no experimento 2.

### 3.1.3.3. Análises laboratoriais

As análises laboratoriais e os cálculos foram realizados conforme descrito no experimento 2.

Os dez sacos referentes a cada alimento/potra foram abertos e os resíduos formaram uma amostra composta, utilizada nas análises laboratoriais para PB, FDN e EB.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Experimento 1: Determinação do tamanho do saco de náilon e do tempo de passagem

#### 4.1.1. Tamanho de saco de náilon e tempo de passagem

Na determinação do tempo de passagem dos sacos de náilon, foram descartados os sacos com o tempo de passagem superior a 96 horas após a introdução, uma vez que Haenlein, Smith e Yoon (1966) e Vander Noot *et al.* (1967) mostraram que as 96 horas subsequentes à administração do óxido crômico foram suficientes para recuperarem os 100%, com pôneis cavalos, respectivamente.

A percentagem de recuperação dos sacos de náilon encontra-se na Tabela 5 e na Figura 1.

TABELA 5- Percentagem acumulada de recuperação para os três tamanho de saco de náilon.

| Horas | Tamanho de saco de náilon |       |        |
|-------|---------------------------|-------|--------|
|       | Pequeno                   | Médio | Grande |
| 12    | 0                         | 0     | 0      |
| 18    | 4,2                       | 0     | 0      |
| 24    | 20,9                      | 8,3   | 8,3    |
| 30    | 37,6                      | 33,3  | 37,5   |
| 36    | 75,1                      | 33,3  | 50,0   |
| 42    | 83,1*                     | 54,1  | 66,7   |
| 48    | 95,9                      | 62,4  | 79,2*  |
| 54    | 95,9                      | 83,2* | 79,2   |
| 60    | 95,9                      | 83,2  | 79,2   |
| 66    | 95,9                      | 83,2  | 79,2   |
| 72    | 95,9                      | 83,2  | 83,2   |
| 78    | 95,9                      | 87,4  | 83,2   |
| 84    | 95,9                      | 87,4  | 83,2   |
| 90    | 95,9                      | 87,4  | 83,2   |
| 96    | 95,9                      | 91,6  | 87,4   |

\* / Tempo de passagem considerado para discussão dos resultados.



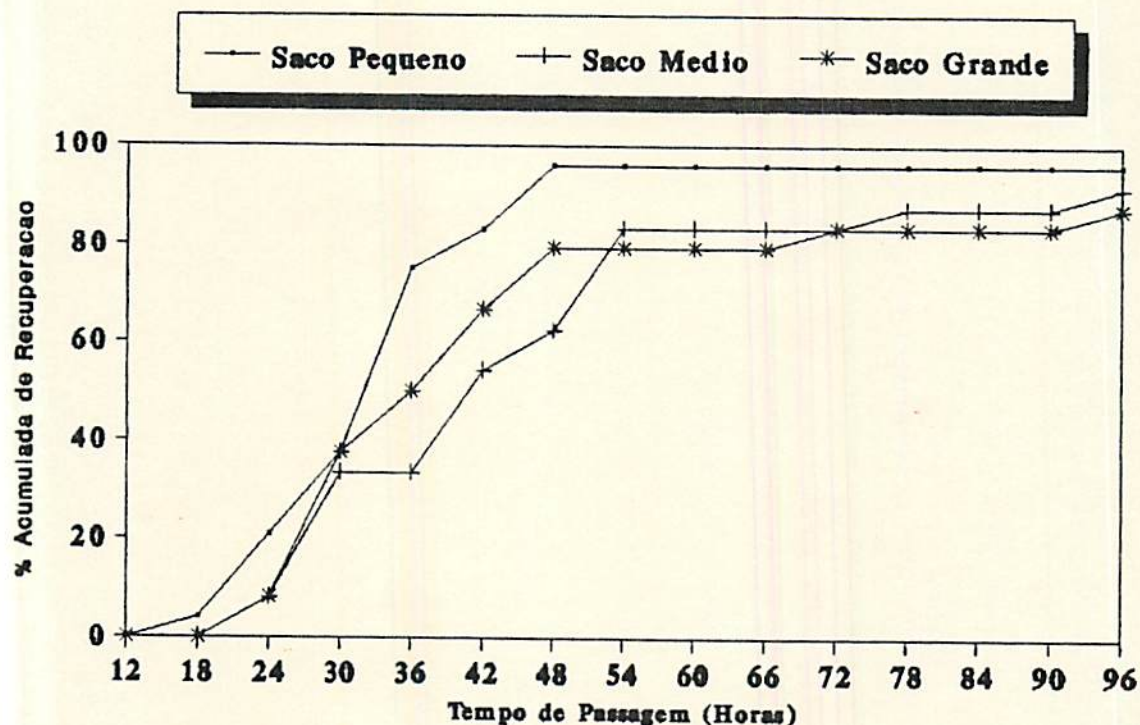


FIGURA 1- Percentagem acumulada de recuperação para os três tamanhos de sacos de náilon.

Os resultados de recuperação dos sacos de náilon variaram para os diferentes tamanhos. Os sacos de tamanho pequeno, médio e grande obtiveram uma recuperação de 83.1, 83.2 e 79.2% nas primeiras 42, 54 e 48 horas, respectivamente. Portanto, quando se obtém 80% de recuperação, pode-se considerar que a maior parte da digesta passou pelo aparelho digestivo. Então, para os sacos de tamanho pequeno, médio e grande o tempo de passagem foi 42, 54 e 48 horas, respectivamente.

Determinou-se, juntamente com sacos de náilon, o tempo de passagem da digesta das quatro potras, por meio de partículas de polietileno. Os resultados encontram-se na Tabela 6 e na Figura 2.

TABELA 6- Percentagem acumulada de recuperação das partículas de polietileno para as quatro potras.

| Horas | Potras |       |       |       |
|-------|--------|-------|-------|-------|
|       | A      | B     | C     | D     |
| 12    | 0      | 0     | 0     | 0     |
| 18    | 0      | 0     | 0     | 0     |
| 24    | 0      | 0     | 0     | 0     |
| 30    | 0      | 0     | 0     | 0     |
| 36    | 0,7    | 14    | 20,7  | 22,0  |
| 42    | 12,0   | 36,7  | 67,4  | 52,0  |
| 48    | 33,3   | 50,7  | 80,1* | 66,0  |
| 54    | 49,3   | 66,0  | 92,1  | 76,0  |
| 60    | 68,0   | 73,3  | 94,8  | 84,7* |
| 66    | 81,3*  | 83,3* | 96,1  | 89,4  |
| 72    | 87,3   | 88,6  | 96,1  | 91,4  |
| 78    | 90,0   | 91,3  | 96,1  | 91,4  |
| 84    | 92,7   | 93,3  | 96,1  | 91,4  |
| 90    | 94,0   | 93,3  | 96,1  | 91,4  |
| 96    | 95,3   | 94,0  | 96,1  | 91,4  |

\*/ Tempo de passagem considerado para discussão dos resultados.



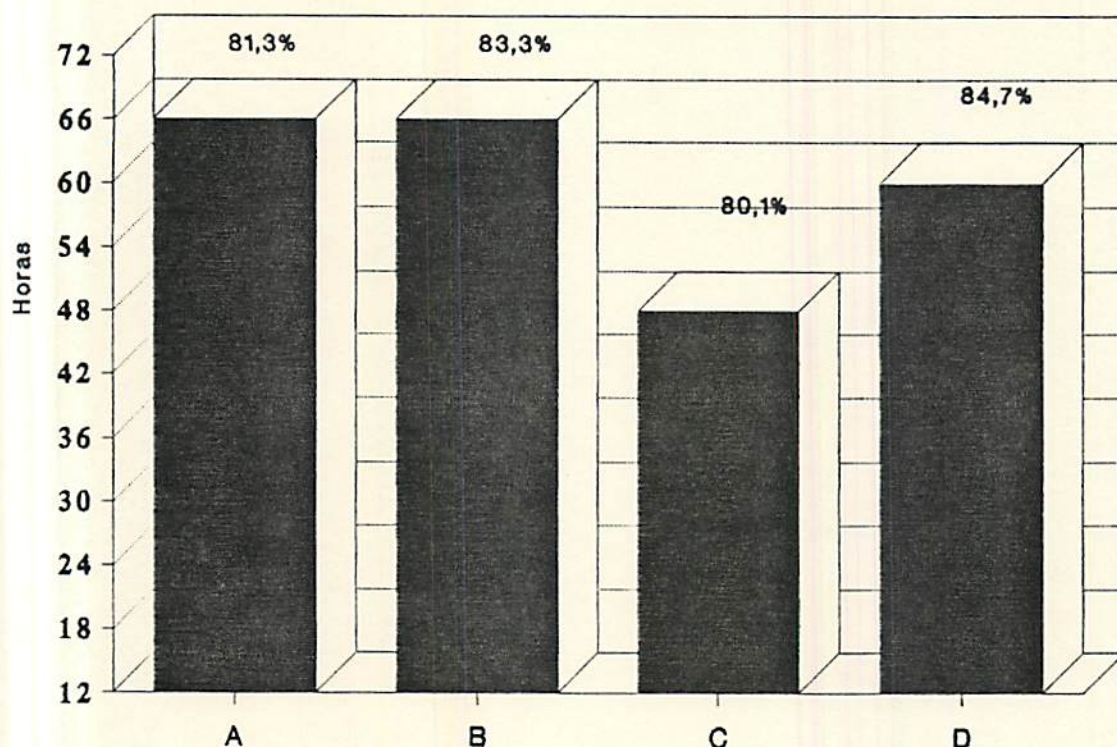


FIGURA 2- Horas necessárias para atingir 80% de recuperação das partículas de polietileno para as quatro potras.

A recuperação das partículas de polietileno também variou nas quatro potras, sendo que nas potras A e B obteve-se uma recuperação das partículas de 81.3 e 83.3% nas primeiras 66 horas, respectivamente; nas potras C e D obteve-se uma recuperação das partículas de 80.1 e 84.7% nas primeiras 48 e 60 horas, respectivamente. Portanto, o tempo de passagem das potras A, B, C e D foram 66, 66, 48 e 60 horas, respectivamente. Essa variação no tempo de passagem da digesta também foi observada na

literatura, com tempo de passagem variando de 37 horas (Wolter, 1975) até 75 horas (Evans *et al.*, 1979).

Baseado nos resultados de tempo de passagem da digesta, obtidos através das partículas de polietileno para as quatro potras, notou-se uma variação de 48 horas (Potra C), até 66 horas (Potras A e B). Portanto, o tempo de passagem encontrado para os sacos de tamanho médio (54 horas) e grande (48 horas) está dentro dos limites dessa variação.

#### 4.1.2. Digestibilidade aparente da matéria seca do amido

O amido puro de milho foi utilizado como teste para se avaliar o efeito do tamanho do saco de náilon sobre a digestibilidade aparente da matéria seca. Os resultados mostraram que não houve ( $P > 0,05$ ) efeito do tamanho do saco de náilon (pequeno, médio e grande) sobre o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca do amido (Tabela 7).

TABELA 7 - Coeficientes médios de digestibilidade aparente da matéria seca do amido, para os três tamanhos de sacos de náilon.

| Tamanho do saco de náilon | Coef. médio digestibilidade aparente da MS <sup>1</sup> (%) |
|---------------------------|---|
| Pequeno                   | 98,39 a   |
| Médio                     | 98,19 a   |
| Grande                    | 98,25 a   |

<sup>1</sup>/ Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. CV = 0,59%



Esses resultados foram diferentes dos obtidos por Leterme, Thewis e Francois (1989) que, trabalhando com suínos, observaram que os sacos maiores tiveram uma menor digestibilidade aparente da matéria seca. Teixeira, Huber e Wanderley (1989) também encontraram efeito do tamanho de saco sobre a digestibilidade pós-ruminal, em bovinos, utilizando amido puro de sorgo.

Os resultados obtidos neste trabalho foram similares aos de Graham *et al.* (1985) e Brand *et al.* (1989) com suínos, os quais não verificaram efeito do tempo de passagem dos sacos de náilon sobre a digestibilidade da matéria seca da aveia e da digestibilidade da energia bruta do sorgo, respectivamente.

Embora os tamanhos de saco médio e grande possam ser utilizados para a determinação da digestibilidade aparente em eqüinos, o saco médio tem como limitação a sua capacidade de amostras. Optou-se, portanto, nos experimentos 2 e 3 pelo uso dos sacos grandes, uma vez que os resíduos da digestibilidade de determinados alimentos são muito pequenos, inviabilizando a análise química.

#### 4.2. Experimento 2: Determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes de alguns concentrados através da técnica de saco náilon móvel

Os resultados de tempo de passagem médio para os alimentos estudados podem ser verificados na Tabela 8.

TABELA 8- Tempo de passagem médio dos sacos de náilon dos alimentos estudados e respectivos erros-padrão.

| Alimento                | Horas        |
|-------------------------|--------------|
| Milho (74) <sup>1</sup> | 49,27 ± 2,05 |
| Farelo de soja (70)     | 50,17 ± 1,86 |
| Farelo de trigo (67)    | 48,86 ± 1,82 |
| Farelo de algodão (63)  | 48,03 ± 2,09 |
| Amido (35)              | 40,97 ± 2,56 |
| Branco (35)             | 40,51 ± 2,74 |

<sup>1</sup> Valores entre parênteses referem-se ao número de observações.

Esses resultados de tempo de passagem confirmam ainda mais aqueles obtidos no experimento 1, onde se obteve um tempo de passagem de 48 horas para sacos de tamanho grande. Os sacos, contendo o amido e com ausência de Alimento (Branco), tiveram um tempo de passagem menor que os demais. Isso pode ser explicado pela alta digestibilidade do amido e pela ausência de alimento, acelerando, assim, o trânsito dos sacos pelo aparelho digestivo.

A taxa de recuperação dos sacos de náilon foi medida para cada alimento testado, obtendo a recuperação de forma separada, ou seja, até 96 horas e após 96 horas, da introdução (Tabela 9).



TABELA 9- Taxa de recuperação dos sacos de náilon para cada alimento estudado.

| Alimento          | Recuperação (%) |               |       |
|-------------------|-----------------|---------------|-------|
|                   | Até 96 horas    | Após 96 horas | Total |
| Milho             | 92,5            | 7,5           | 100   |
| Farelo de soja    | 87,5            | 10,0          | 97,5  |
| Farelo de trigo   | 83,7            | 8,8           | 92,5  |
| Farelo de algodão | 78,7            | 21,3          | 100   |
| Amido             | 87,5            | 7,5           | 95,0  |
| Branco            | 87,5            | 5,0           | 92,5  |

Essas altas taxas de recuperação até 96 horas mostraram que não houve problema de retenção de sacos de náilon no aparelho digestivo das potras.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos alimentos utilizados neste experimento encontram-se na Tabela 10.

TABELA 10 - Coeficientes médios de digestibilidade aparente e respectivos erros padrão da matéria seca (DAMS), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFD) e energia bruta (DAED).

| Alimento              | Coeficientes de digestibilidade aparente (%) |              |              |              |
|-----------------------|--|--------------|--------------|--------------|
|                       | MS   | PB           | FDN          | EB           |
| Milho(74)             | 92,21 ± 0,42                                 | 90,87 ± 0,52 | 71,63 ± 1,27 | 91,63 ± 0,45 |
| Farelo de soja(70)    | 96,06 ± 0,14                                 | 98,73 ± 0,06 | 74,74 ± 0,90 | 96,30 ± 0,13 |
| Farelo de trigo(67)   | 77,97 ± 0,27                                 | 94,43 ± 0,06 | 44,29 ± 0,65 | 75,74 ± 0,27 |
| Farelo de algodão(63) | 74,64 ± 0,27                                 | 95,72 ± 0,05 | 39,45 ± 0,70 | 76,17 ± 0,26 |
| Amido(35)             | 99,22 ± 0,05                                 | -            | -            | -            |

<sup>1</sup>/ Valores entre parênteses referem-se ao número de observações



O farelo de soja, foi dentre os concentrados utilizados, o de maior digestibilidade aparente para PB, FDN e EB, seguido pelo milho para FDN e EB. O amido, como era de se esperar, resultou na maior digestibilidade aparente da MS, com valores bastante próximos aos obtidos por Teixeira, Huber e Wanderley (1989) que, trabalhando com bovinos, encontraram 96.3% para o coeficiente de digestibilidade aparente da MS do amido puro de sorgo.

Não foram encontrados na literatura resultados de coeficientes de digestibilidade aparente dos alimentos estudados para eqüinos, entretanto, os valores de energia digestível encontrados no NRC (1989) são provenientes de equações determinadas por Fomnesbeck (1981) que, através da análise química dos alimentos, possibilitam essa estimativa.

Na Tabela 11 verifica-se uma comparação da energia digestível obtida através da técnica do saco náilon móvel e dos valores extraídos do NRC (1989).

Nota-se que, através da diferença entre os valores de energia, o farelo de soja foi o alimento com a maior diferença, que pode ser devida a uma série de fatores os quais afetam a digestão dos eqüinos (Olsson e Ruudvere, 1955) e, inclusive à própria metodologia utilizada para se determinar a digestibilidade. Arias (1992), trabalhando com sacos de náilon, determinou a digestibilidade aparente dos nutrientes para bovinos. Os resultados da digestibilidade aparente da matéria seca do farelo de algodão (43,7%), do farelo de soja (89,5%) e do fubá de milho (76,3%) foram inferiores aos obtidos no presente



TABELA 11 - Energia digestível de alguns alimentos, obtidos por dois métodos, na matéria natural (MN) e na matéria seca (MS).

| Alimentos    | Energia digestível (KCal/kg) |      |                             |      |                                    |
|--------------|------------------------------|------|-----------------------------|------|------------------------------------|
|              | NRC(1989) <sup>1</sup>       |      | Saco de náilon <sup>2</sup> |      | Diferença <sup>3</sup><br>( 1 - 2) |
|              | MN                           | MS   | MN                          | MS   |                                    |
| Milho        | 3380                         | 3840 | 3506                        | 4169 | - 329                              |
| Far. soja    | 3140                         | 3520 | 4028                        | 4524 | -1004                              |
| Far. trigo   | 2940                         | 3300 | 2896                        | 3234 | + 66                               |
| Far. algodão | 2740                         | 3010 | 3144                        | 3514 | -504                               |

1. Valores do NRC (1989)

2. Valores calculados através dos coeficientes de digestibilidade obtidos pela técnica do saco náilon móvel.

3. Diferença (1-2) dos valores da MS.

trabalho. A digestibilidade aparente da proteína bruta do farelo de algodão (85,3%) e do fubá de milho (74,8%) também foram menores, enquanto que a do farelo de soja (97,7%) foi bastante próxima ao valor encontrado neste experimento. Para a fibra em detergente neutro e energia bruta não foram encontrados resultados de digestibilidade. Através dessa comparação, os eqüinos foram mais eficientes para digerir os alimentos concentrados do que os bovinos.

Foram utilizados sacos vazios (brancos) para determinação das impregnações que ocorrem durante a passagem dos sacos pelo aparelho digestivo dos animais. Os resultados de impregnações foram muito pequenos,  $9,54 \pm 0,8$  mg/saco ou 2,04% por saco, por isso, não foram utilizados para corrigir os

coeficientes de digestibilidade. Teixeira, Huber e Wanderley (1989) também encontraram valores de impregnações pós-ruminal em bovinos bastante baixos (3,9 mg/saco).



4.3. Experimento 3: Determinação de digestibilidade aparente dos nutrientes de alguns volumosos e concentrados, através da técnica do saco náilon móvel.

Neste experimento, foram determinados também o tempo de passagem dos sacos de náilon para cada alimento testado. Os resultados estão apresentados na Tabela 12.

TABELA 12- Tempo de passagem médio dos sacos de náilon dos alimentos estudados e respectivos erros padrão.

| Alimento                         | Hora         |
|----------------------------------|--------------|
| Feno de alfafa (34) <sup>1</sup> | 46,29 ± 3,34 |
| Feno de "coast-cross" (35)       | 56,54 ± 3,81 |
| Cana-de-açúcar (34)              | 48,15 ± 3,52 |
| "Capim elefante" (36)            | 44,47 ± 3,29 |
| Farelo integral de arroz (31)    | 41,68 ± 3,52 |
| MDPS (31)                        | 40,19 ± 3,09 |
| Raspa integral de mandioca (30)  | 42,63 ± 4,30 |

<sup>1</sup> Valores entre parênteses referem-se ao número de observações.

Esses resultados de tempo de passagem médio foram mais variáveis do que os encontrados no experimento 2, porém, também observou-se uma tendência dos sacos contendo alimento com maior digestibilidade, passarem com maior rapidez pelo aparelho digestivo.

TABELA 13- Taxa de recuperação dos sacos de náilon para cada alimento estudado.

| Alimento              | Recuperação (%) |               |       |
|-----------------------|-----------------|---------------|-------|
|                       | Até 96 Horas    | Após 96 Horas | Total |
| Feno de alfafa        | 85,0            | 5,0           | 90,0  |
| Feno de "coast-cross" | 87,5            | 7,5           | 95,0  |
| Cana-de-açúcar        | 85,0            | 12,5          | 97,5  |
| "Capim elefante"      | 90,0            | 7,5           | 97,5  |
| Farelo I. de arroz    | 77,5            | 10,0          | 87,5  |
| MDPS                  | 77,5            | 15,0          | 92,5  |
| Raspa I. de mandioca  | 75,0            | 20,0          | 95,0  |

As taxas de recuperação dos sacos de náilon, encontradas neste experimento até 96 horas, foram menores do que as obtidas no experimento 2 (Tabela 13), entretanto, quando se comparou a recuperação total, os resultados foram bastante similares, indicando uma tendência dos sacos de náilon ficarem mais retidos no aparelho digestivo das potras neste experimento.

Na Tabela 14 encontram-se os coeficientes de digestibilidade aparente dos volumosos e concentrados testados neste experimento.



TABELA 14 - Coeficientes médios de digestibilidade aparente e respectivos erros padrão da matéria seca (DAMS), da proteína bruta (DAPB), da fibra em detergente neutro (DAFDN) e da energia bruta (DAEB).

| Alimento                     | Coeficiente de digestibilidade aparente (%) |              |              |              |
|------------------------------|---|--------------|--------------|--------------|
|                              | MS  | PB           | FDN          | EB           |
| F.de alfafa(34) <sup>1</sup> | 69,36 ± 0,56                                | 88,39 ± 0,34 | 47,26 ± 0,94 | 64,48 ± 0,63 |
| F.de "coast-cross"(35)       | 49,98 ± 0,78                                | 72,95 ± 0,52 | 43,17 ± 0,92 | 45,33 ± 0,89 |
| Cana-de-açúcar(34)           | 57,46 ± 0,46                                | 55,06 ± 0,87 | 32,17 ± 0,71 | 54,37 ± 0,50 |
| "Capim elefante"(36)         | 34,42 ± 0,78                                | 53,93 ± 0,56 | 27,74 ± 0,88 | 30,08 ± 0,83 |
| Farelo int.arroz(31)         | 77,84 ± 0,56                                | 89,12 ± 0,26 | 41,39 ± 0,70 | 75,08 ± 0,67 |
| MDPS(31)                     | 83,00 ± 0,74                                | 90,05 ± 0,50 | 52,21 ± 1,83 | 81,85 ± 0,76 |
| Raspa int.mandioca(30)       | 91,15 ± 0,24                                | 77,84 ± 0,48 | 68,95 ± 0,51 | 89,58 ± 0,28 |

<sup>1/</sup> Valores entre parênteses referem-se ao número de observações

Dentre os volumosos utilizados, o feno de alfafa foi o que resultou em maior digestibilidade aparente da MS, PB, FDN e EB. Os resultados de coeficientes de digestibilidade aparente do feno de alfafa obtidos com cavalos, pelo método de coleta total por Vander Noot e Gilbreath (1970) para MS (60,81%), PB (75,43%) e EB (56,36%); e por Slade e Hintz (1966), para PB (74,0%) e EB (56,9%); e por Fennesbeck *et al.* (1967), para MS (58,5%) e PB (59,2%), foram inferiores aos encontrados neste experimento. O coeficiente encontrado por Darlington e Hershberger (1968) com pôneis, para MS (69,1%), foi semelhante ao resultado encontrado no presente trabalho.

Não foram encontrados na literatura coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes para os demais alimentos



testados com eqüinos, portanto, torna-se limitada a discussão desses resultados.

O "capim elefante" destacou-se como o alimento de menor digestibilidade, sendo perfeitamente justificável pelo alto nível de fibra em detergente neutro (72.4%).

A determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente possibilitam o cálculo da proteína digestível (PD) e energia digestível (ED), para que possam ser utilizados nas formulações de dietas mais eficientes para eqüinos. Portanto, os resultados de PD e ED, encontram-se na Tabela 15.

TABELA 15- Valores de proteína digestível e energia digestível para os alimentos estudados, na matéria natural.

| Alimento                   | PD (%) | ED (Kcal/kg) |
|----------------------------|--------|--------------|
| Feno de alfafa             | 13,68  | 2238,84      |
| Feno de "coast-cross"      | 7,04   | 1772,03      |
| Cana-de-açúcar             | 1,85   | 2146,63      |
| "Capim elefante"           | 2,54   | 1160,32      |
| Farelo integral de arroz   | 16,00  | 3622,21      |
| MDPS                       | 7,88   | 3206,07      |
| Raspa integral de mandioca | 2,35   | 3101,16      |

Os resultados de coeficientes de digestibilidade aparente obtidos com suínos, através da técnica do saco de náilon, foram na maioria das vezes inferiores aos encontrados pelo método de coleta total (Lange *et al.* 1986; Sauer *et al.*, 1989; Leterme, Thewis e Francois 1989). Esses resultados, porém, não podem ser extrapolados para eqüinos, uma vez que a



metodologia da técnica do saco de náilon móvel utilizada com eqüinos difere da usada com suínos. Nos eqüinos, os sacos de náilon passaram por todo o aparelho digestivo, com exceção da boca, enquanto que nos suínos, os sacos de náilon percorreram parte do aparelho digestivo, do duodeno ao ânus e, antes, sofreram uma pré-digestão com HCl e pepsina "in vitro".

Os métodos para se determinar a digestibilidade em eqüinos tem apresentado algumas dificuldades metodológicas e econômicas. Para o método de coleta total, há necessidade de um controle rigoroso das ingestões e excreções; determina a digestibilidade de um alimento individual por diferença, sem considerar o efeito associativo dos alimentos, além do alto custo das gaiolas de metabolismo. O método do óxido crômico tem como principal problema a subestimação dos resultados de digestibilidade, devido à baixa recuperação e variação diurna na excreção do óxido crômico (Haenlein, Smith e Yoon 1966; Knapka *et al.*, 1967; Veiga *et al.*, 1974). Por isso, a técnica do saco de náilon móvel torna-se bastante promissora para os estudos de digestibilidade em eqüinos, necessitando, somente, adequar um grau de moagem para os volumosos, já que esses não sofrem os efeitos da mastigação.


## 5 CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho concluiu-se que:

1) Os sacos de náilon de tamanho médio e grande podem ser utilizados para determinar a digestibilidade de nutrientes para eqüinos. Sugere-se o uso do saco grande, devido a sua maior capacidade de amostra, permitindo que haja resíduo para ser analisado.

2) A técnica do saco de náilon móvel é um método rápido, de fácil utilização, preciso e de baixo custo para a determinação da digestibilidade dos alimentos para eqüinos.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. APPLGATE, C.S.; HERSHBERGER, T.V. Evaluation of "in vitro" and "in vivo" cecal fermentation techniques for estimating the nutritive value of forages for equine. Journal of Animal Science, Champaign, v.28, n.18, p.19-22, jan.1969.
- 02- ARIAS, A.M.C. Avaliação da degradabilidade ruminal e da digestibilidade intestinal de vários alimentos, utilizando-se a técnica do saco náilon móvel. Viçosa, UFV, 1992, 108p, (Tese-Mestrado em Zootecnia).
03. A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis Washington, D.C.,1970. 1094p.
04. BOER, G. de; MURPHY, J.J.; KENNELLY, J.J.; KIRKPATRICK, B.K. The mobile nylon bag for estimation of intestinal availability of rumen undegradable protein. Journal Dairy Science, Champaign, v.69, (sup. 1), p.196, jun.1987a.
05. BOER, G. de; MURPHY, J.J. KENNELLY, J.J. Mobile nylon bag of estimating intestinal availability of rumen undegradable. Journal Dairy Science, Champaign, v.70, n.5, p.977-982, maio.1987b.
- 06 . BRAND, T.S.; BADENHORST, H.A.; SIEBRITS, F.K.; KEMM, E.H. Use of the mobile nylon bag technique to determine digestible energy in pig diets. South African Journal of Animal Science, Pretoria, v.19, n.4, p.165-170, mar.1989.
07. CARVALHO, M.A.G. de. Digestibilidade aparente em equídeos submetidos a três condutas de arraçamento. Belo Horizonte:UFMG-EV,1992,34 p. (Tese-Mestrado em Zootecnia).



08. CASTRO NETO, P.; SEDIYAMA, G.C.; VILELA, E.A. de. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. Ciência e Prática, Lavras, v.4, n.1, p.55-65, jan./jun.1980.
09. DARLINGTON, J.M.; HERSHBERBER, T.V. Effect of forage maturity on digestibility, intake and nutritive value of alfalfa, timothy and orchardgrass by equine. Journal of Animal Science, Champaign, v.27, n.6, p.1572-1576, nov.1968.
10. EVANS, Y.W.; BORTON, A.; HINTZ, H.F.; VAN VLECK, L.D. El Caballo. Zaragoza. ed.Acribia, 1979. 742p.
11. FAO PRODUCTION YEARBOOK. Roma, v.46, 1992. 203p.
12. FONNESBECK, P.V. Estimating digestible energy and TDN for horses with chemical analyses of feeds. Journal of Animal Science, Champaign, v.53(sup 1), p.241, 1981.
13. FONNESBECK, P.V.; LYDMAN, R.K.; VANDER NOOT, G.W.; SYMONS, L.D. Digestibility of the proximate nutrients of forage by horses. Journal of Animal Science, Champaign, v.26, n.5, p.1039-1045, set.1967.
14. GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis (Agricultural Handbook. Washington, 379), 1970. 20p.
15. GRAHAM, H.; AMAN, P.; NEWMAN, R.K.; NEWMAN, C.W. Use of nylon-bag technique for pig feed digestibility studies. British Journal of Nutrition, Cambridge, v.54, n.3, p.719-726, nov.1985.
16. HAENLEIN, G.F.W.; SMITH, R.C.; YOON, Y.M. Determination of the fecal excretion rate of horses with chromic oxide. Journal of Animal Science, Champaign, v.25, n.4, p.1091-1095, nov.1966.
17. HINTZ, H.F.; LOY, R.G. Effects of pelleting on the nutritive value of horse rations. Journal of Animal Science, Champaign, v.25, n.4, p.1059, nov.1966.
18. KERN, D.L.; SLYTER, L.L.; LEFFEL, E.C. Ponies vs steers; microbial and chemical characteristics of intestinal ingesta. Journal of Animal Science, Champaign, v.38, n.3, p.559-564, mar.1974.
19. KNAPKA, J.J.; BARTH, K.M.; BROWN, D.G.; GRAGLE, R.G. Evaluation of polyethylene, chromic oxide, and cerium-144 as digestibility indicators in burros. The Journal Nutrition, Philadelphia, v.92, n.1, p.79-85, maio.1967.



20. KOLLER, B.L.; HINTZ, H.F. Comparative cell wall and dry matter digestion in the cecum of the pony and the rumen of the cows using in vitro and nylon bag techniques Journal of Animal Science, Champaign, v.47, n.1, p.209-215, jul.1978.
21. LANGE, C.F.M. de; SAUER, W.C.; HARTOG, L.A. DEN, HUISMAN, J. The use of the mobile nylon bag technique for the determination of the digestible energy content in cereal grains for pigs. Canadian Journal of Animal Science, Ottawa, v.66, n.4, p.1174, dez.1986.
22. LETERME, P.; THEWIS, A.; FRANCOIS, E. La technique des sachets de nylon mobiles chez le porc. Etude de paramètres susceptibles d'influencer la digestibilité. Bulletin Recherches Agronomiques Gembloux1, Gembloux1, v.24, n.1, p.33-47, 1989.
23. MACHADO, A.A.; ZONTA, E.P. Manual do SANEST: Sistema de análise estatística para microcomputadores. Pelotas: UF Pelotas. 1991. 102p.
24. MIRAGLIA, N.; MARTIN-ROSSET, W.; TISSERAND, J.L. Mesure de la digestibilité des fourrages destinés aux chevaux par la technique des sacs de nylon. Annales Zootechnie, Versailles, v.37, n.1, p.13-20, 1988.
25. NATIONAL ACADEMY PRESS. Nutrient requirements of horses. 5 ed. Rev., Washington. D.C., 1989. 100p.
26. NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. Journal Dairy Science, Champaign, v.71, n.8, p.1052-1069, 1988.
27. OLSSON, N.; RUUDVERE, A. The nutrition of the horse. Nutrition Abstracts and Reviews, London, v.25, n.1, p.1-18, jan.1955.
28. ROBINSON, D.W.; SLADE, L.M. The current status of knowledge on the nutrition of equines. Journal of Animal Science, Champaign, v.39, n.6, p.1045-1066, dez.1974.
29. SAUER, W.C.; JORGENSEN, H.; BERZINS, R. A modified nylon bag technique for determining apparent digestibilities of protein in feedstuffs for pigs. Canadian Journal of Animal Science, Ottawa, v.63, n.1, p.233-237, mar.1983.
30. SAUER, W.C.; HARTOG, L.A. den; HUISMAN, J.; VAN LEEUWEN, P.; LANGE, C.F.M. de. The evaluation of the mobile nylon bag technique for determining the apparent protein digestibility in a wide variety of feedstuffs for pigs. Journal of Animal Science, Champaign, v.67, n.2, p.432-440, fev.1989.



31. SILVA, D.J. da. Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos). Vicosa, UFV. 1981. 166p.
32. SLADE, L.M.; HINTZ, H.F. Comparison of digestion in horses, ponies, rabbits and guinea pigs. Journal of Animal Science, Champaign, v.28, n.6, p.842-843, jun.1969.
33. TEIXEIRA, J.C.; HUBER, J.T.; WANDERLEY, R. da C. Uso da técnica de saco de náilon móvel para estimar digestibilidade pós-ruminal em vacas leiteiras. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Vicosa, v.18, n.4, p.285-294. dez.1989.
34. UDEN, P.; VAN SOEST, P.J. Investigations of the in situ bag technique and a comparison of the fermentation in herfers, sheep, ponies and rabbits. Journal of Animal Science, Champaign, v.58, n.1, p.213-221, jan.1984.
35. UDEN, P.; VAN SOEST, P.J. Comparative digestion of timothy (*Phleum pratense*) fibre by ruminants, equines and rabbits. British Journal of Nutrition, Cambridge, v.47, n.2, p.267-272, mar.1982.
36. VANDER NOOT, G.W.; GILBREATH, E.B. Comparative digestibility of components of forages by geldings and steers. Journal of Animal Science, Champaign, v.31, n.2, p.351-355, ago.1970.
37. VANDER NOOT, G.W.; SYMONS, L.D.; LYDMN, R.K.; FONNESBECK, P.V. Rate of passagem of various feedstuffs through the digestive trat of horses. Journal of Animal Science, Champaign, v.26, n.6, p.1309-1311, nov.1967.
38. VARVIKKO, T.; VANHATALO, A. The effect of differing types of cloth and of contamination by non-feed nitrogen on intestinal digestion estimates using porous synthetie-febre bags in cows. British Journal of Nutrition, Cambridge, v.63, p.221-229, 1990.
39. VEIGA, J.S.M.; ANDREASI, F.; PRADA, F.; MENDONCA JR. C.X. Digestibilidade aparente da matéria seca, em eqüinos "1/2 sangue bretão" e "1/2 sangue inglês". Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Pulo, v.11, p.7-20.1974.
40. WOLTER, R. Alimentacion del Caballo. Traduzido por Pedro José Merodio Iglesi. Zaragoza: acribia, 1975. 172 p.



APÉNDICE

## LISTA DE TABELAS

| Tabela  | página |
|---|--------|
| TABELA 1A Análise de variância para digestibilidade aparente da matéria seca do amido puro de milho.....  | 50     |
| TABELA 2A Consumo médio do concentrado e volumoso em kg/dia na matéria seca (MS), relação concentrado/volumoso e consumo médio em g de MS por unidade de tamanho metabólico (UTM).....    | 50     |
| TABELA 3A Consumo médio do concentrado e do volumoso em kg/dia na matéria seca (MS), relação concentrado/volumoso e consumo médio em g de MS por unidade de tamanho metabólico (UTM)..... | 51     |
| TABELA 4A Consumo médio do concentrado e do volumoso em kg/dia na matéria seca (MS), relação concentrado/volumoso e consumo médio em g de MS por unidade de tamanho metabólico (UTM)..... | 51     |



TABELA 1A- Análise de variância para digestibilidade aparente da matéria seca do amido puro de milho.

| Causas de Variação    | G.L. | SQ      | QM     | F      | P>F    |
|-----------------------|------|---------|--------|--------|--------|
| Potra Ajustada        | 3    | 0,2346  | 0,0782 | 0,2326 | 0,8738 |
| Tamanho Saco Ajustado | 2    | 0,4491  | 0,2246 | 0,6679 | 0,5211 |
| Resíduo               | 60   | 20,1736 | 0,3362 |        |        |
| Total                 | 65   | 20,8538 |        |        |        |

CV = 0,59%

TABELA 2A- Consumo médio do concentrado e volumoso em kg/dia na matéria seca (MS), relação concentrado/volumoso e consumo médio em g de MS por unidade de tamanho metabólico (UTM).

| Potra | Peso Vivo (kg) | Concentrado MS | Volumoso MS | Relação C:V | Consumo gMS/UTM |
|-------|----------------|----------------|-------------|-------------|-----------------|
| A     | 322            | 3,5            | 3,83        | 1:1,1       | 96,43           |
| B     | 337            | 3,5            | 5,13        | 1:1,5       | 109,72          |
| C     | 320            | 3,5            | 5,01        | 1:1,4       | 112,48          |
| D     | 341            | 3,5            | 3,85        | 1:1,1       | 92,62           |

TABELA 3A- Consumo médio do concentrado e do volumoso em kg/dia na matéria seca (MS), relação concentrado/volumoso e consumo médio em g de MS por unidade de tamanho metabólico (UTM).

| Potra | Peso Vivo (kg) | Concentrado MS | Volumoso MS | Relação C:V | Consumo g MS/UTM |
|-------|----------------|----------------|-------------|-------------|------------------|
| A     | 341            | 3,5            | 3,4         | 1:1         | 86,95            |
| B     | 343            | 3,5            | 4,7         | 1:1,3       | 102,88           |
| C     | 343            | 3,5            | 3,3         | 1:0,9       | 85,32            |
| D     | 340            | 3,5            | 4,3         | 1:1,2       | 98,51            |

TABELA 4A- Consumo médio do concentrado e do volumoso em kg/dia na matéria seca (MS), relação concentrado/volumoso e consumo médio em g de MS por unidade de tamanho metabólico (UTM).

| Potra | Peso Vivo kg | Concentrado MS | Volumoso MS | Relação C:V | Consumo gMS/UTM |
|-------|--------------|----------------|-------------|-------------|-----------------|
| A     | 350          | 3,5            | 3,62        | 1:1         | 87,99           |
| B     | 350          | 3,5            | 3,94        | 1:1,1       | 91,94           |
| C     | 348          | 3,5            | 5,21        | 1:1,5       | 108,10          |
| D     | 331          | 3,5            | 3,22        | 1:0,9       | 86,60           |