

DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES
ATRAVÉS DA TÉCNICA DO "SACO DE NYLON"
MAIS PEPSINA

M.L.V. Bose*
E.M.R.de Carvalho**

RESUMO: Procurou-se verificar se a digestão de alimento em saco de "nylon", acrescida por tratamento com pepsina, seria equivalente à digestão obtida pelo método direto clássico, o de coleta total de fezes, já determinado anteriormente com ovinos. Seguiu-se um delineamento experimental em blocos ao acaso, com 6 repetições e 4 tratamentos, ou seja, tratamento A: ração contendo 100% de feno de capim de Rhodes; B: 85% de feno de Rhodes mais 15% de farelo de côco; C: 70% de feno de Rhodes mais 30% de farelo de côco; e D: 100% de farelo de côco. O animal fistulado utilizado para teste foi um bovino adulto, macho, de raça holandesa; o tempo de permanência do saco de "nylon" no rume foi de 72 horas; e a dieta consistiu em feno de Rhodes à vontade mais 2kg de farelo de côco por dia. Os resultados foram analisados através de análise da variância e curvas de regressão, e a comparação entre métodos de digestibilidade pelo teste de Tukey. Houve influência da associação de alimentos sobre a digestibilidade da

* Departamento de Zootecnia da E.S.A."Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo - 13.400 - Piracicaba, SP.

** Curso de Pós-Graduação em Nutrição Animal e Pastagens da E.S.A."Luiz de Queiroz".

fibra bruta (FB) e dos extrativos não nitrogenados (ENN), mas não sobre as demais frações - matéria seca (MS), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB). A digestibilidade da fibra diminuiu com a inclusão e o acúmulo do nível de farelo na dieta. Não houve equivalência consistente entre os métodos testados de digestibilidade, variando ou não conforme o nutriente e o tratamento considerado. De modo geral, a inclusão de aproximadamente 15% de farelo de côco (tratamento B) favoreceu o melhor aproveitamento da dieta.

Termos para indexação: digestibilidade, técnica do saco de nylon mais pepsina, farelo de côco

DETERMINATION OF NUTRIENTS DIGESTIBILITY USING NYLON BAG TECHNIQUE PLUS PEPSIN SOLUTION

ABSTRACT: "Nylon bag" technique, followed by 48 hours of chloridric pepsin digestion, was tried for determination of the digestibility of proximate nutrients of Rhodes grass hay (*Chloris gayana*, Kunth, cv. callide) and coconut cake meal, and compared with results from "in vivo" method. In a randomized blocks design, 100% of Rhodes grass, and mixtures of 85% and 70% of the grass hay with 15%, and 30% of coconut cake, and 100% coconut cake, made up four treatments (A, B, C and D, respectively). The coefficients of digestibility for Dry Matter and for proximate nutrients in treatments A, B and C, determined through nylon bags in bovine rumen, were compared to the coefficients determined by total faces collection, in sheep. It was observed and concluded that: a) Position of samples along the support-bars inside rumen, as well as different periods of animal usage, had no influence on the results; b) The calculated proportions of coconut in the mixture to obtain best digestibility were 17.48% for Dry Matter, 21.10% for Ether Extract, 29.01% for Crude Protein, and 16.49% for Non Nitrogenous Extrat. Crude Fiber digestibility decreased linearly as the

coconut proportion in the mixture increased; c) "Nylon bag" and "in vivo" methods gave similar coefficients of digestibility for Crude Fiber for all treatments; for other nutrients, however, there were differences depending on treatments; d) TDN values for coconut cake meal, determined through "nylon bags" were 68.76% taking the average coefficients of digestibility from treatments B and C, and 68.08% from treatment D; "in vivo", the average from B and gave 71.06% of TDN; such a small difference in NDT suggests to have had no interference of foods on digestibility; e) NDT calculated for Rhodes grass hay was 58.38% "in nylon bags", and 44.81% "in vivo", when treatment A was the only one considered; thus, it could be concluded that nylon bag plus pepsin method did not work for Rhodes hay.

Index terms: digestibility, nylon bag plus, pepsin technique, coconut caque meal.

INTRODUÇÃO

É importante conhecer-se a fração de alimento ingerido que não é recuperada através das fezes, "porção digestível", em avaliação nutricional de alimentos.

Digestibilidade, em princípio, mede-se diretamente, "in vivo", através de ensaios com animais. Empregando-se bovinos e mesmo ovinos, há necessidade de quantidades grandes de alimentos, certo número mínimo de animais, instalações próprias e algumas semanas de experimento. Foram propostos métodos que contornam essas limitações, entre os quais "equação somativa", "índice de nitrogênio fecal", "relação de lignina" e a "técnica de saco de nylon".

Essa última não só permite o uso simultâneo de grande número de amostras em quantidades pequenas e um único animal fistulado no rume, como fornece resultados

em poucos dias. Entretanto, a digestibilidade assim determinada é apenas a nível do rumem, por ação microbiana. Por essa razão, o método tem sido empregado apenas para a Matéria Seca, e para a fração fibrosa de forragens, principalmente, cuja celulose é digerida especialmente no rume. Já a fração protéica, além de ser enriquecida por resíduos de microorganismos remanescentes na amostra, é atacada mais especificamente no baixo trato digestivo, razão porque sua digestibilidade não tem sido determinada através dessa técnica.

Buscando-se ampliar a aplicação do "saco de nylon" à proteína também, complementou-se a digestão ruminal das amostras com digestão em pepsina. Foi conduzido paralelamente um ensaio com carneiros, obtendo-se dados "in vivo", os quais se prestariam para comparação e considerações sobre a validade da digestão complementar empregada.

ARCHIBALDI *et alii* (1961), utilizando feno de alfafa e capim timóteo, obtiveram pela técnica do saco de "nylon" valores estatisticamente inferiores aos obtidos pelo método de coleta total de fezes para a digestibilidade da fibra, celulose e pentosanas de ambas as forragens.

TILLEY e TERRY (1963) citam que a aplicação de um segundo estágio de 48 horas de digestão em pepsina, após 48 horas de fermentação pelo licor ruminal, remove a fração indigerível, resultando por isso em valores de digestibilidade "in vitro" mais correlacionados com os "in vivo". Segundo GOMIDE (1974), recomenda-se o uso do 2º estágio em pepsina ácida para substratos com teores a partir de 10% de proteína.

Dentre os diversos fatores que afetam os resultados de digestibilidade obtidos pela técnica do saco de nylon, incluem-se regime alimentar do animal, tempo de permanência das amostras no rume, quantidade de amostra nos sacos, tamanho das partículas (grau de moagem), localização dos sacos nos suportes e no rume.

É geralmente aceito que alterações na dieta do animal são acompanhadas por alterações na população microbiana de rume.

Segundo PEIXOTO (1972), adição de carboidratos solúveis (p.ex. melão) a uma dieta pode reduzir a digestibilidade da celulose, porque desvia o ataque que a microflora vinha exercendo sobre a dieta inicial. MARWAHA *et alii* (1973), estudando o efeito de diferentes fontes de lipídios sobre a população microbiana do rume, observaram que dieta suplementada com óleo de semente de linho inibiu a população bacteriana, enquanto que a dieta de óleo de côco produziu efeito estimulante sobre a mesma população. Alimentação com feno de alfafa ou pasto misto de alfafa + pé-de-galinha (*Dactylis glomerata*) não influenciaram a digestibilidade da Matéria Seca de diversas gramíneas e leguminosas (VAN KEUREN e HEINEMANN, 1962). HOPSON *et alii* (1963) citam que a dieta com feno de alfafa promoveu aumento significativo sobre a digestibilidade da celulose de alfafa, de "bromegrass" e de capim timóteo, quando comparada com a dieta de feno de gramíneas apenas.

O tempo de permanência das amostras no rume depende do substrato utilizado. CHENOST *et alii* (1971), usando bovinos fistulados no rume e a técnica do saco de nylon seguida da digestão em pepsina, constataram que as folhas de leguminosas atingiram o máximo de digestibilidade no rume ao final de 24 horas, enquanto que o máximo de digestibilidade para folhas e hastes de gramíneas e as hastes de leguminosas foram obtidas ao final de 48 horas de permanência no rume. Esses resultados parecem estar relacionados à maior quantidade de constituintes solúveis em água e também ao menor teor em constituintes fibrosos das folhas de leguminosas (DEMARQUILLY e CHENOST, 1969).

VAN KEUREN e HEINEMANN (1962) estudaram o efeito da quantidade de amostra sobre a digestibilidade da matéria seca de alfafa, pé-de-galinha e sorgo sudanense. Os autores citam que, para períodos de 24 e 48 horas,

houve diferenças significativas para todas as forragens entre 5; 7,5 e 10 gramas, porém essas diferenças não foram notadas quando o tempo de permanência no rúmen aumentou para 72 a 96 horas.

Experimentos de VAN KEUREN e HEINEMANN (1962), usando peneiras de 60; 40 e 20 mesh; e de LOWREY (1970), com peneiras de 1; 2; 3 e 4mm, revelaram não haver efeito significativo do tamanho de partículas sobre a digestibilidade de Matéria Seca de forragens. Por outro lado, FIGROID *et alii* (1972) concluíram que o desaparecimento da Matéria Seca de grãos de sorgo decresceu com o aumento do grau de moagem.

ERWIN e ELLISTON (1959) concluíram que os coeficientes de digestibilidade de volumosos e concentrados não foram influenciados pela posição dos sacos nos suportes e entre suportes.

Com relação à posição dos sacos no rúmen, Balch e Johnson (1950) e Miles (1951), citados por LUSK *et alii* (1962), obtiveram mais rápida digestão na área ventral do que na área dorsal, embora ERWIN e ELLISTON (1959) citem que o saco dorsal anterior seja mais indicado para digestão de forragens.

CIPOLLONI *et alii* (1951), analisando dados estatísticos sobre experimentos de digestibilidade, concluíram que os bovinos foram mais eficientes em digerir forragens secas, enquanto que os carneiros digeriram significativamente mais os concentrados, e em particular a fração Extrato Etéreo. Swift e Bratzler (1959), citados por CHUCH (1975), não encontraram diferenças significativas entre as duas espécies animais quanto à digestibilidade da Matéria Seca, Proteína Bruta e energia. Resultados semelhantes foram obtidos para feno de alfafa, por Buchman e Hemken (1964), e para silagem de alfafa, por Vander Noot *et alii* (1965), ambos citados por RIEWE e LIPPKE (1970).

O valor nutritivo do farelo varia de acordo com o processamento industrial, e também em função da qualidade

de matéria prima utilizada. A proteína do farelo processado por solvente é de qualidade superior ao processado por prensagem, pois neste último ocorre destruição da lisina (Mitchell, 1923, citado por THOMAS e SCOTT, 1962). Contudo, THOMAS e SCOTT (1962) afirmam que a maior causa da deficiência em lisina é o baixo conteúdo desse aminoácido na proteína do fruto do côco.

O farelo de côco é reconhecidamente uma fonte proteico-energética, embora seja deficiente em alguns aminoácidos, notadamente triptofano, lisina, metionina e histidina (WOODROUF, 1970). O conteúdo em Proteína Bruta (PB) gira em torno de 20%, valor relativamente baixo, quando confrontado com o do farelo de soja, cujo teor médio é de 44%; o do farelo de algodão (sementes decorticadas), de 44%; o do farelo de linhaça, de 32%, e os de farelo de amendoim (sementes decorticadas e desengorduradas), de 48%, conforme GONZALES (1953).

CASTILLO *et alii* (1961), utilizando rações com níveis de 35%, 45% e 55% do farelo, em combinações com outros ingredientes, não observaram diferenças significativas para produção de leite; porém, o teor de gordura do leite aumentou de 3,8% para 3,9% e 4%, respectivamente, para os 3 níveis de farelo. O custo das rações decresceu com a elevação dos níveis de farelo.

MATERIAL E MÉTODOS

Testou-se farelo de côco obtido por prensagem ("expeller"), o qual se apresentava sob a forma de pequenos torrões de cor marrom clara, e era procedente das indústrias Vieira & Sampaio, de Aracajú, Estado de Sergipe. O feno empregado foi o de capim Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.), de qualidade média, conforme seu aspecto e análise química indicavam, e originário do próprio Departamento. O feno exclusivo constituiu o tratamento A; 85% de feno associado a 15% do farelo, o tratamento B; 70% de feno associado a 30% do farelo, o tratamento C; e o tratamento D foi constituído exclusivamente pelo

farelo. O tratamento D não foi aplicado na comparação entre técnicas, já que não foi utilizado "in vivo".

Os coeficientes de digestibilidade da Matéria Seca, Proteína Bruta, Fibra Bruta, Extrato Etéreo e Extrativo não Nitrogenado (Nutrientes próximos) foram determinados através da técnica do saco de "nylon" seguida de digestão em pepsina, conforme recomendações de CHENOST *et alii* (1971) e AGAR *et alii* (1972).

O feno de capim Rhodes e o farelo de côco utilizados nos tratamentos foram moídos em moinhos do tipo "Willey", passando por peneiras de 40 "mesh".

Tomando-se por base testes preliminares, estimou-se em 168 o número total de amostras de 3g. necessário para proporcionar resíduo em quantidade suficiente para a análise dos diversos nutrientes dos 4 tratamentos. Podia-se introduzir no animal, por vez, no máximo duas barras, com capacidade de 30 sacos. Sete amostras de cada tratamento foram colocadas em cada barra, ou seja, 28 sacos por barra e 56 sacos por período de uso do animal. Para totalizar 168 sacos, foram necessários três períodos de uso do animal. O resíduo das 7 amostras de cada tratamento foi reunido em uma amostra composta, e o resíduo correspondente da outra barra passou a ser usado como repetição.

O animal utilizado foi um bovino macho, adulto, da raça holandesa, castrado, provido de fístula permanentemente há 4 anos, alimentado "ad libitum" com feno de capim fino (*Brachiaria mutica* Forsk Stapf.) e suplementado com 2kg de farelo de côco por dia. Forneceu-se água e sal mineral durante todo o período experimental. Adotou-se período de 72 horas para digestão ruminal. O animal foi mantido em jejum cerca de 18 horas antes da retirada ou colocação das amostras no rume, para maior facilidade da operação. Logo em seguida à retirada de um grupo de amostras, colocava-se novo grupo de amostras no rume, alimentando-se o animal.

Tomando-se por base o alto conteúdo do farelo de

côco em proteína, e objetivando-se a remoção da proteína não digerida no rume, foi introduzido o 2º estágio de digestibilidade em pepsina, de maneira análoga ao empregado por TILEY e TERRY (1963) em seu método "in vitro".

Os sacos provenientes da digestão ruminal foram transferidos para cubas de vidro fechadas, de 2 litros de capacidade, e embebidos em solução de pepsina, diluída em ácido clorídrico 0,1 N, a 0,2%. A referida solução era preparada momentos antes de ser usada. Cada cuba recebia cerca de 12 a 14 saquinhos, sendo o período de incubação de 48 horas à temperatura de 38°C (± 1), com agitação manual a cada 4 horas. Ao final do período, os sacos eram lavados em água destilada e secados em estufa com ventilação, a 65°C, por 24 horas.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com 6 repetições, e os tratamentos A, B, C e D. Os tratamentos A, B e C foram adotados, tendo-se em vista as comparações com a digestibilidade "in vivo" obtida por SOBRAL (1976) com carneiros para os mesmos tratamentos. O tratamento D foi incluído para: a) determinar se a digestibilidade de um mesmo grupo de amostras varia conforme o período em que eram testados (função de padrão); b) verificar eventual variação de digestibilidade do farelo de côco usado exclusivo (100%) ou associado com o feno (digestibilidade associada). Os coeficientes de digestibilidade obtidos pela técnica do saco de nylon de "2 estágios" foram comparados com os valores de digestibilidade "in vivo", obtidos por SOBRAL (1976), através de delineamento inteiramente casualizado, usando-se apenas os tratamentos A, B e C.

A digestibilidade aparente da matéria seca e dos diversos nutrientes foi calculada relacionando-se as quantidades encontradas nos resíduos após as digestões com as quantidades iniciais das amostras, deduzindo-se as quantidades "retidas", e expressas em porcentagem. A digestibilidade "associada", do farelo de côco, foi calculada com base no modelo de Schneider, empregado por SOBRAL (1976).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os resultados das análises químicas do feno de Rhodes (Ração A) e do farelo de côco (Ração D), e a composição centesimal das rações B e C.

Tabela 1. Composição química bromatológica das rações experimentais (tratamentos), em porcentagem

Nutrientes	Ração A	Ração B	Ração C	Ração D
Matéria Seca	88,86	90,37	90,37	92,30
Extrato Etéreo	2,54	3,37	4,17	10,06
Fibra Bruta	28,72	26,84	24,43	12,81
Proteína Bruta	6,90	9,20	11,21	22,70
Cinza	8,53	8,20	7,96	6,42
Extr. não N	42,17	42,76	42,60	50,37

Ração A - 100% feno de Rhodes

Ração B - 85% feno de Rhodes e 15% farelo de côco

Ração C - 70% feno de Rhodes e 30% farelo de côco

O feno de Rhodes utilizado por SOBRAL (1976) continha 1,87% de Extrato Etéreo e 3,81% de Proteína Bruta na matéria seca, embora de mesma procedência e mesma época que o empregado nos testes deste trabalho.

A digestibilidade através do saco de nylon mais pepsina foi analisada separadamente, sem comparação com os resultados obtidos "in vivo", procurando-se obter informações sobre a melhor mistura (feno + farelo de côco), para um maior coeficiente de digestibilidade dos nutrientes.

Como para a técnica do saco de nylon mais pepsina não havia impedimento para que fosse estudada a digestibilidade do farelo de côco (1-0%), esse tratamento foi incluído a fim de se comparar sua digestibilidade

com aquelas calculadas por diferença (tratamento B e C) e, também, como indicador de erro experimental.

Como o interesse desta primeira análise foi o de verificar o melhor nível do farelo na mistura com o feno, todos os tratamentos que continham feno foram confrontados com o tratamento D (100% farelo de côco).

Tendo sido significativo o efeito de níveis de farelo de côco (N.C.), seus 2 graus de liberdade foram desdobrados em efeito linear e efeito quadrático, modificando-se a análise de variância. Assim, os 3 graus de liberdade para os tratamentos foram desdobrados em: efeito do farelo de côco (100%) contrastado com os demais tratamentos, 1 G.L. (Ef. C); efeito linear, 1 G.L. (Ef. L); e efeito quadrático, 1 G.L. (Ef. Q), relativos aos tratamentos B, C e D (Tabela 2).

Aos efeitos linear e quadrático (x, y, z) foram ajustadas equações de regressão e, a partir destas, calculada a percentagem ideal de farelo de côco na mistura para um maior coeficiente de digestibilidade dos nutrientes.

Tabela 2. Análise de variância

Fontes de Variação	G.L.
Total	23
Ef. C	1
Ef. L	1
Ef. Q	1
Qf. B	1
Ef. E	2
B x E	2
Resíduo	15

Os coeficientes médios de digestibilidade foram transformados na função arco sen $\sqrt{\%}$ para análise (Tabela 3).

Pelo teste Tukey, aplicado às médias dos tratamentos (Tabela 3), compararam-se os coeficientes de digestibilidade do farelo de côco (tratamento D) com os demais.

Os coeficientes de digestibilidade médios da fração Fibra Bruta para o tratamento B não diferiram do tratamento D; este não difereu de A, e o tratamento C foi igual ao tratamento B.

Tabela 3. Coeficientes médios de digestibilidade, em saco de "nylon" mais pepsina, dos nutrientes dos tratamentos (%)

Tratamentos	MS	FB	EE	FB	ENN
a) Valores originais					
A	62,59	62,42	43,45	63,94	64,18
B	78,62	48,64	90,45	84,37	84,59
C	70,86	42,00	87,53	88,76	71,65
D	74,59	56,90	87,51	85,16	76,77
b) Valores transformados em arc sen					
A	52,28b	52,20a	51,15b	53,10b	53,23c
B	62,69a	44,20bc	72,61a	66,79a	67,57a
C	57,48ab	40,40c	69,55a	70,92a	58,02bc
D	59,75a	48,97ab	69,33a	67,38a	61,20ab

Obs.: Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si, sendo $a > b > c$.

MS = Matéria Seca; FB = Fibra Bruta; EE = Extrato Etéreo
PB = Proteína Bruta; ENN = Extrato não Nitrogenado.

A = 100% feno Rhodes; B = 80% feno Rhodes + 15% far. côco

C = 70% feno Rhodes + 30% far. côco; D = 10% far. côco.

Para os coeficientes médios de digestibilidade da fração Extrativo não Nitrogenado, o tratamento B foi

igual ao tratamento D, e o tratamento C não diferiu do tratamento D.

Portanto, com exceção das frações Fibra digestível e Extrativo não Nitrogenado Digestível, a digestibilidade dos demais nutrientes pode ser determinada a partir do farelo de côco exclusivo (tratamento D), e, por outro lado, seriam válidos os coeficientes obtidos por digestibilidade associada.

Na Tabela 4 é apresentado o resumo da análise de variância dos coeficientes de digestibilidade da Matéria Seca. Esquema análogo foi aplicado aos demais nutrientes.

Tabela 4. Análise de Variância. Valores de QM, F e CV dos coeficientes de digestibilidade da Matéria Seca

Fontes de Variação	GL	QM	F
Total	23	-	-
Ef. C	1	23,07	2,23
Ef. L	1	81,12	7,85*
Ef. Q	1	244,09	23,63**
Ef. B	1	40,26	3,88
Ef. E	2	1,38	0,13
Int. B x E	2	15,53	1,50
Resíduo	15	10,33	

C.V. = 5,54%

*Significativo ao nível de 5%

**Significativo ao nível de 1%.

A análise de variância revelou diferenças significativas para o Efeito linear ($\alpha < 0,05$) e para o Efeito Quadrático ($\alpha < 0,01$). Obteve-se a equação $y=52,58+1,2130-0,0347x^2$ para os coeficientes de digestibilidade da M.S.

Não houve significância estatística para o efeito de épocas de utilização do animal fistulado (Tabela 4), indicando que o animal comportou-se da mesma maneira durante todo o trabalho experimental.

A análise da variância dos coeficientes de digestibilidade da Fibra Bruta mostrou efeito linear negativo, isto é, queda de digestibilidade com o aumento dos níveis de farelo.

A equação de regressão obtida foi $y=51,5x - 0,393x$.

O farelo de côco usado era de cor marrom clara, o que permite supor um maior conteúdo de material fibroso do tegumento (marrom) que envolve a amêndoa (GONZALEZ, 1953), dando, como consequência, teor mais elevado em fibra, porém de mais baixa digestibilidade.

Os coeficientes de digestibilidade da Fibra Bruta apresentaram, de maneira geral, valores mais baixos do que os obtidos por NEATHERY (1972), para feno de "Coastal Bermuda", através da técnica do saco de nylon.

Extrato Etéreo digestível

A análise da variância mostrou efeito significativo dos tratamentos. O teste F revelou significância para Efeito linear ($\alpha \leq 0,01$) e para Efeito Quadrático ($\alpha \leq 0,01$). A equação de regressão obtida foi $y=41,15 + 3,25x - 0,077x^2$.

O coeficiente de digestibilidade máximo para o Extrato Etéreo (75,44%) foi obtido com 21,10% de farelo de côco associado ao feno de Rhodes.

Todos os coeficientes de digestibilidade do Extrato Etéreo obtidos no experimento apresentaram valores positivos. Esses resultados coincidem com os de ARCHIBALD *et alii* (1961) para feno de alfafa e capim timóteo.

Proteína Bruta digestível

O teste F revelou significância para os Efeitos

Linear e Quadrático ($\alpha < 0,05\%$). A equação de regressão, quadrática, para Proteína Bruta digestível é a seguinte: $y = 53,10 + 1,230x - 0,0212x^2$.

O coeficiente de digestibilidade máximo do farelo de côco (70,94%) foi obtido com 29,01% do farelo associado ao feno de Rhodes.

Extrativo não Nitrogenado digestível

Em virtude da significância para Efeito Quadrático, foi estabelecida a equação de regressão do Extrativo não Nitrogenado digestível: $y = 47,92 + 1,75x - 0,053x^2$.

Com 16,49% de farelo de côco associado ao feno de Rhodes, foi obtido o coeficiente máximo de digestibilidade do Extrativo não Nitrogenado (62,35%).

Na Tabela 5 encontram-se as quantidades máximas de farelo de côco na mistura para maior digestibilidade da Matéria Seca, Extrato Etéreo, Proteína Bruta e Extrativo não Nitrogenado, obtidas através das respectivas equações de regressão.

Tabela 5. Quantidades máximas de farelo de côco na mistura, para maior digestibilidade da Matéria Seca, Extrato Etéreo, Proteína Bruta e Extrativo não Nitrogenado

Nutrientes	Quantidade máxima de farelo de côco	Coeficiente de digestibilidade
	(%)	(%)
Matéria Seca	17,48	62,88
Extrato Etéreo	21,10	75,44
Proteína	29,01	70,94
Extrativo não Nitrogenado	16,49	62,35

Considerando-se a média dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes do feno e do farelo nos tratamentos A, B, C e D, e a correspondente composição química, os valores de NDT determinados foram os constantes na Tabela 6.

Tabela 6. Composição Química, Digestibilidade e Valores em NDT para os tratamentos A, B, C e D

Nutrientes	Composição química (%)		Coeficiente de digestibilidade(%)		
	Feno Rhodes	Farelo côco	Tratamentos		
			A	B e C (média)	D
Matéria Seca	88,86	92,30	75,11	86,69	89,51
Extrato Etéreo	2,54	10,06	41,15	71,08	69,33
Fibra Bruta	28,72	12,81	52,20	42,30	48,97
Proteína Bruta	6,90	22,70	53,10	68,85	67,38
Extrativo não Nitrogenado	42,17	50,37	53,23	62,79	61,20
NDT			43,45	68,76	68,08

SOBRAL (1976), em ensaio de digestibilidade aparente com ovinos, utilizando as médias dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes dos mesmos tratamentos B e C, obteve o valor médio de NDT igual a 71,06%, para farelo de côco.

Comparação entre os coeficientes de digestibilidade dos diversos nutrientes determinados pelo método de coleta total de fezes e pela técnica do saco de nylon mais pepsina

Matéria Seca

Os coeficientes de digestibilidade dos diversos

nutrientes (valores transformados em arco seno $\sqrt{\%}$), obtidos através do método de coleta total de fezes e da técnica do saco de nylon mais pepsina, para os tratamentos A, B e C, estão relacionados na Tabela 7.

Tabela 7. Coeficientes médios de digestibilidade dos nutrientes obtidos por coleta total e por saco de "nylon" mais pepsina (valores transformados em arco seno $\sqrt{\%}$)

Tratamentos	A		B		C	
	Coleta total	saco nylon	Coleta total	saco nylon	Coleta total	saco nylon
MS	41,95	52,28	60,65	62,69	62,12	57,48
EE	42,80	41,15	63,52	72,61	69,40	69,55
FB	49,43	52,20	42,61	44,20	41,00	40,40
PB	40,04	53,10	57,81	66,79	58,96	70,92
ENN	40,43	53,23	52,73	67,57	62,41	58,23

MS = Matéria Seca; EE = Extrato Etéreo; FB = Fibra Bruta
PB = Proteína Bruta; ENN = Extrativo não Nitrogenado

O esquema inicial de análise de variância foi como o da Tabela 8, sendo posteriormente desdobrada cada fonte de variação caso apresentasse efeito significativo, por exemplo, técnica dentro de cada tratamento.

Houve efeito significativo de técnicas dentro do tratamento A. As médias dos coeficientes de digestibilidade do feno de Rhodes pelo método de coleta total de fezes e pela técnica do saco de nylon foram respectivamente 41,95% e 52,28% (Tabela 7).

Esses resultados coincidem com os de Barth *et alii* citados por NEATHERY (1972), que encontraram maiores coeficientes de digestibilidade da Matéria Seca pela técnica do saco de nylon do que pelo procedimento

"in vivo".

Não houve significância para técnicas dentro do tratamento B, porém as técnicas foram estatisticamente diferentes dentro do tratamento C.

Tabela 8. Análise de variância. Valores de QM, F e CV dos coeficientes de digestibilidade da Matéria Seca obtidos através do método de coleta total de fezes e pela técnica do saco de nylon mais pepsina

Fonte de Variação	GL	QM	F
Total	35	-	-
Entre técnicas	1	59,65	5,56*
Entre tratamentos	2	752,43	70,12**
Técnica x tratamentos	2	168,54	15,70**
Resíduo	30	10,73	

Obs.: C.V. = 5,82%

*Significativo ao nível de 5%

**Significativo ao nível de 1%.

A significância para técnicas dentro do tratamento C possivelmente seja devida, entre outros fatores, à ação da pepsina usada no 2º estágio da técnica do saco de nylon, ou então às diferenças entre espécies animais quanto à digestibilidade de forragens, pois a digestibilidade "in vivo" foi conduzida com ovinos, e a em saco de nylon conduzida com bovino.

AGAR *et alii* (1972), utilizando a técnica do saco de nylon mais pepsina, concluíram que o aumento do valor do coeficiente de digestibilidade que se obtém pelo tratamento com pepsina é tanto maior quanto maior for a digestibilidade das forragens.

Segundo CIPPOLONI *et alii* (1951), a espécie bovina possui maior capacidade de digerir feno do que a

espécie ovina, enquanto os ovinos são mais aptos a digerir melhor alimentos concentrados. É razoável admitir-se que este fenômeno fisiológico tenha influenciado neste trabalho.

Extrato Etéreo

Na Tabela 7 encontram-se os coeficientes de digestibilidade da fração Extrato Etéreo (valores transformados em função arco seno $\sqrt{\%}$), determinados pelo método de coleta total de fezes e pela técnica do saco de nylon mais pepsina.

A análise de variância não apresentou significância entre técnicas, porém não houve efeito significativo entre tratamentos e para a interação técnicas x tratamentos ($\alpha < 0,01$)

O desdobramento da interação técnica x tratamentos permitiu que fosse estudada a variação devida a técnicas dentro de cada tratamento.

A significância para técnicas dentro do tratamento B indica que as espécies animais apresentaram digestibilidade diferente com relação à ração que constituía esse tratamento.

Os coeficientes de digestibilidade do Extrato Etéreo para o tratamento B foram maiores quando avaliados através da técnica do saco de nylon mais pepsina, do que pelo método de coleta total de fezes.

Resultados semelhantes foram encontrados por ARCHIBALD *et alii* (1961), os quais consideraram que sabões de cálcio insolúveis formados no intestino aparecem como Extrato Etéreo nas fezes, resultando em valores mais baixos de digestibilidade pelo método de coleta total de fezes.

Fibra Bruta

Os coeficientes de digestibilidade da Fibra Bruta (valores transformados em função arco seno $\sqrt{\%}$),

determinados pelo método de coleta total de fezes e pela técnica do saco de nylon, estão relacionados na Tabela 7.

A análise de variância revelou significância entre tratamentos. Esse resultado era esperado, desde que o tratamento A correspondia a feno de Rhodes de baixa qualidade, e os tratamentos B e C correspondiam à associação de feno de Rhodes com farelo de côco nas proporções de 85:15 e 70:30, respectivamente.

Não houve diferenças significativas entre técnicas e também para a interação entre técnicas e tratamentos, indicando que a digestibilidade da Fibra Bruta foi idêntica por ambos os métodos.

Os resultados obtidos para Fibra Bruta digestível determinada através da técnica do saco de nylon, portanto a nível ruminal, e posteriormente comparados aos valores determinados pelo método de coleta total de fezes, confirmam as observações de MCGILLIARD *et alii* (1957), que concluíram ser pequena ou nula a digestão da fibra nos intestinos da espécie bovina.

Proteína Bruta

Na Tabela 7 são apresentados os coeficientes de digestibilidade da Proteína Bruta (valores transformados em função arco seno $\sqrt{\%}$), avaliados pelo método de coleta total de fezes e pela técnica do saco de nylon mais pepsina.

A análise de variância da Proteína Bruta revelou diferença significativa entre técnicas. Os coeficientes de digestibilidade da Proteína Bruta apresentaram valores superiores quando obtidos pela técnica do saco de nylon mais pepsina, do que pelo método de coleta total de fezes.

Segundo CHURCH (1975), a degradação de proteínas no rume é complexa, devido à reciclagem de uréia pela saliva, secreção de amônia através do epitélio ruminal, absorção de amônia e de outros compostos nitrogenados

pelo epitélio ruminal, e, reciclagem de proteínas das bactérias e protozoários.

Aliada à fisiologia digestiva do ruminante, também deve ter havido ação proteolítica intensa da pepsina clorídrica, resultando, portanto, em maiores coeficientes de digestibilidade através da técnica do saco de nylon mais pepsina.

Houve diferença significativa entre tratamentos. Pelo teste Tukey, aplicado às médias, os tratamentos B e C (com 10,18% PB e 11,21% PB) foram estatisticamente iguais e diferiram do tratamento A (com 7,76% PB). Pode-se deduzir que a equivalência dos métodos comparados está relacionada com o nível protéico das rações testadas.

Extrato não Nitrogenado

Os coeficientes de digestibilidade do Extrato não Nitrogenado, obtidos através do método de coleta total de fezes e pela técnica do saco de nylon mais pepsina (valores transformados em função arco seno $\sqrt{\quad}$), estão relacionados na Tabela 7.

O desdobramento da interação entre técnicas e tratamentos revelou significância para técnica dentro do tratamento A e B.

É provável que a significância para técnicas dentro dos tratamentos A e B seja consequência dos demais componentes da MS, pois, para efeito de cálculo o ENN é obtido por diferenças; acumulando, portanto, as variações existentes nos outros componentes.

CONCLUSÕES

1. A digestão em saco de "nylon" mais pepsina não equivale genericamente à digestão "in vitro" pela coleta total de fezes.
2. De modo geral, a associação de suplemento

protéico beneficia a utilização de uma forragem - neste caso aproximadamente 15% de farelo de côco com 85% de feno de Rhodes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGAR, A.; GÁLVEZ, J.V.; ZAERA, E.; GONZALEZ, V. Comparación entre dos técnicas para la determinación de la digestibilidad de los forrajes. In: *Anales de le Institute Nacional de Investigaciones Agrícolas*, Madrid, 3:27-29. 1972.
- ARCHIBALD, J.G.; FENNER, H.; OWEN Jr., D.F.; BARNES, H. D. Measurement of the nutritive value of alfafa and timothy hay by varied techniques. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 44:2232-41, 1961.
- CASTILLO, L.S.; GLORIA, A.; GERPACIO, A.L.; GATAPIA, A. R.; AGLIBUT, F.B.; MACAM, B.T. Effects of high levels of copra meal on the quantity and quality of milk of cows and carabaos. *Philippine Agriculturist*, Los Baños, 45:385-93, 1961.
- CHENOST, M.; GRENET, E.; DeMARQUILLY, C.; JARRIGE, R. The use of the nylon bag technique for the study of forage digestion in the rumen for predicting feed value. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11, Austrália, 1971. p.697-701.
- CHURCH, D.C. *Digestive physiology and nutrition of ruminants*. 2.ed. Oregon, O&B Books, 1975. 350p.
- CIPOLLINI, M.A. *et alii*. Significance of the differences in digestibility of feeds by cattle and sheep. *Journal of Animal Science*, Champaign, 10:337-43, 1951.
- DeMARQUILLY, C. & CHENOST, M. Etude de la digestion des fourrages dans le rumen par la methode des sachets de nylon, liaisons avec la valeur alimentaire. *Anales de Zootechnie*, Versailles, 18:419-36, 1969.

- ERWIN, E.S. & ELLISTON, N.G. Rapid method of determining digestibility of concentrates and roughages in cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, 18: 1518-1959 (Abstract).
- FIGROID, W.; HALE, W.H.; THEURER, B. An evaluation of the nylon technique for estimating rumen utilization of grains. *Journal Animal Science*, Champaign, 35: 113-20, 1972.
- GOMIDE, J.A. A técnica de fermentação ruminal "in vitro" na avaliação de forragens. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 3:210-24, 1974.
- GONZALEZ, L.R. *Bromatologia zootecnica y alimentación animal*. Barceola, Salvat, 1953.
- HOPSON, J.D.; JOHNSON, R.J.; DEHORTTY, B.A. Evaluation of the dracon bag technique as a method for measuring cellulose digestibility and rate of forage digestion. *Journal of Animal Science*. Champaign, 22:448-53, 1963.
- LOWREY, R.S. The nylon bag technique for the estimation of forage quality. In: NATIONAL CONFERENCE OF FORAGE QUALITY EVALUATION ON UTILIZATION. Lincoln. 1970. Proceedings. p.1-12.
- LUSK, J.W.; BROWING, C.B.; MILES, J.T. Small-sample in vivo cellulose digestion procedure for forage evaluation. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 45: 69-73, 1962.
- MCGILLIARD, A.D.; DUNCAN, C.W.; HUFFMAN, C.F. Further studies of the bovine digestive tract using a duodenal fistula technique. *Journal of Animal Science*, 16:1107 (Abstract).
- MARWAHA, S.R.; KOCHAR, A.S.; SHATIA, I.S. An "in vivo" study on the effect of different types of dietary lipids on the microbial population in the rumen of zebu cattle. *Indian Journal of Nutrition and Dietetics*, Coimbatore, 10:27-30, 1973.

- MONSON, W.G.; LOWREY, R.S.; FORBES JUNIOR, I. In vivo nylon bag vs. two stage in vitro digestion: comparison of two techniques for estimation dry - matter digestibility of forages. *Agronomy Journal*, Madison, 61:587-9, 1969.
- NEATHERY, M.W. Dry matter disappearance of roughages in nylon bags suspended in the rumen. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 52:74-8, 1969.
- NEATHERY, M.W. Conventional digestion tralas vs. nylon bag technique for determining seasonal difference in quality of Midland Bermudagrass forage. *Journal of Animal Science*, Champaign, 34:1075-84, 1972.
- PEIXOTO, A.M. *Fundamentos de nutrição animal*. Piracicaba, ESALQ, 1972.
- RIEWE, M.E. & LIPPKE, H. Considerations in determining the digestibility of harvested forages. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY EVALUATION ON UTILIZATION. Lincoln, 1970. Proceedings, p.1-17.
- SOBRAL, J.P. Composição química e digestibilidade do farelo de côco. Piracicaba, 1976. 63p. (Mestrado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- TILLEY, J.M.A. & TERRY, R.A. A two-stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*, Aberystwyth, 18: 104-11, 1963.
- THOMAS, O.A. & SCOTT, M.L. Coconut oil meal as a protein supplement in practical poultry diets. *Poultry Science*, Champaign, 41:477-85, 1962.
- VAN KEUREN, R.W. & HEINEMAN, W.W. Study of a nylon bag technique for in vivo estimation of forage digestibility. *Journal of Animal Science*, Champaign, 21:340-5, 1962.
- WALDO, D.R. Factors influencing the voluntary intake of forages. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY EVALUATION AND UTILIZATION, Lincoln, 1970. Proceedings, p.1-22.

WOODROOF, J.G. *Coconuts: production, processing, products.* Westport, Conn. Avi. Publ., 1970. cap.4, p.51.

Entregue para publicação em: 17/02/88

Aprovado para publicação em: 21/06/88.