

# EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM FENO DE RAMA DE MANDIOCA E GRÃO DE SORGO SOBRE A UTILIZAÇÃO DA PALHA DE ARROZ POR NOVILHOS<sup>1</sup>

VALÉRIA P.B. EUCLIDES<sup>2</sup>, LUIZ R.L. de S' THIAGO, JOSÉ M. DA SILVA<sup>3</sup>  
e PATRICK B. O'DONOVAN<sup>4</sup>

**RESUMO** - Foram conduzidos dois experimentos, para avaliar o efeito da suplementação da palha de arroz (PA) com dois níveis de feno de rama de mandioca (FRM) e quatro níveis de grão de sorgo sobre a digestibilidade e consumo. No experimento 1, foram estudadas quatro rações: (A) 100% de PA, (B) 75% de PA e 25% de FRM, (C) 50% de PA e 50% de FRM e, (D) 100% de FRM. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre as digestibilidades e os consumos de matéria orgânica das rações A e D. Entretanto, a digestibilidade e o consumo de matéria orgânica variaram em função do nível de FRM. A curva que melhor se ajustou aos dados foi a quadrática, sendo que o consumo de matéria orgânica digestível atingiu o máximo quando a PA foi suplementada com 25% de FRM. No experimento 2, a ração B do experimento anterior constituiu a ração básica deste, a qual foi suplementada com 0%, 10%, 20% e 30% de grão de sorgo. Ainda foi estudada uma quinta ração que foi constituída da ração básica tratada com 5% de NaOH. As rações básicas, tratadas ou não com NaOH, não diferiram ( $P > 0,05$ ) em digestibilidade e consumo da matéria orgânica. Não foi constatada influência dos níveis de sorgo das rações sobre a digestão da matéria orgânica, energia e parede celular. Entretanto, observou-se um acréscimo linear ( $P < 0,01$ ) no consumo de energia digestível à medida que aumentou o nível de sorgo das rações.

Termos para indexação: consumo, digestibilidade, energia, proteína, tratamento alcalino, resíduo de cultura, ração, zebu.

## THE UTILIZATION OF RICE STRAW SUPPLEMENTED WITH CASSAVA FOLIAGE HAY AND SORGHUM GRAIN BY STEERS

**ABSTRACT** - Two stall-feeding experiments were conducted to examine the effect of supplementing rice straw (RS) with different levels of cassava foliage hay (CFH) and sorghum grain on its digestibility and intake by steers. In experiment 1 were studied four diets as follows: (A) RS alone, (B) 75% RS and 25% CFH, (C) 50% RS and 50% CFH, and (D) CFH alone. The organic matter digestibility and intake were similar ( $P > .05$ ) for diets A and D. However, when RS was supplemented with CFH the organic matter digestibility and intake were dependent on the percentage of CFH in the diet. The digestible organic matter intake reached a maximum at 25% of CFH. In experiment 2 the basal diet was the diet B, used in the first experiment, supplemented with 0%, 10%, 20% and 30% sorghum grain. Moreover, an additional treatment, consisting of basal diet, where RS treated with NaOH (5%), was studied. The organic matter digestibility and intake were similar ( $P > .05$ ) for alkali-treated and untreated basal diets. Supplementation with sorghum had no effect upon organic matter, energy and cell wall digestibilities, but linearly increased ( $P < .01$ ) the digestible energy intake.

Index terms: intake, digestibility, energy, protein, alkali treatment, crop residue, ration, zebu.

## INTRODUÇÃO

Um dos problemas que limita o sucesso da alimentação do gado bovino no Centro-Oeste do Brasil, é a escassez de forragem durante os meses secos do ano. Na falta de forragens verdes ou conserva-

das, há, entretanto, a possibilidade do uso de resíduos de culturas.

A palha de arroz é produzida em quantidades consideráveis na região Centro-Oeste. Apesar de ser um alimento de qualidade relativamente baixa, deficiente em nutrientes, particularmente em proteína, energia e minerais, contém em torno de 80% de substâncias potencialmente digestíveis e que são fontes de energia (Jackson 1977 a). A digestibilidade da palha de arroz para os ruminantes varia de 45% a 50% (Oh et al. 1971, Jackson 1977 a, Prates & Lebouté 1980). Entretanto, a palha de arroz, quando fornecida como único alimento ao rumi-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 30 de setembro de 1987.

<sup>2</sup> Enga. - Agra., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), Caixa Postal 154, CEP 79100 Campo Grande, MS.

<sup>3</sup> Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA-CNPGC.

<sup>4</sup> Eng. - Agr., Ph.D., Animal Nutrition Officer, FAO/UNDP Project BRA 75/023.

nante, não permite ao animal atingir o consumo suficiente de matéria seca, proteína e energia digestível para sua manutenção (Prates & Leboute 1980), pela lentidão com que fermenta no rúmen (Oh et al. 1971, Prates & Leboute 1980).

Esforços têm sido envidados para melhorar a utilização das palhas de cereais pelos ruminantes. A suplementação das palhas com nitrogênio (Campling et al. 1962) ou carboidratos rapidamente fermentáveis (Andrews et al. 1972), o processamento mecânico (Greenhalg & Wainman 1972) e o pré-tratamento químico (Klopfenstein 1978), têm demonstrado que o aumento da digestibilidade e do consumo são possíveis quando as palhas de cereais são usadas como a principal fonte de energia.

Se o alimento apresenta um conteúdo de proteína bruta inferior a 6% - 8%, o consumo voluntário pelo animal será inferior ao esperado, levando-se em consideração o nível de fibra da dieta (Minson 1982).

Ao lado do arroz, a mandioca é cultivada extensivamente, no Brasil, e as raízes constituem importante fonte para a alimentação humana. A parte aérea da mandioca é sistematicamente perdida no campo, durante a colheita das raízes. Assim, este resíduo poderia ser explorado na alimentação de ruminantes. Seu uso, entretanto, não é muito frequente no País, apesar de as experiências já realizadas mostrarem que este material tem valor como forragem (Normanha 1962).

Gramacho (1973) encontrou um conteúdo de proteína bruta de 13% para a parte aérea (caule e folha) da mandioca. Desta forma, a rama da mandioca foi considerada apropriada para uma investigação acerca de seu possível valor como suplemento protéico para a palha de arroz.

Dois experimentos foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, objetivando melhorar a utilização da palha de arroz pelos bovinos, usando fontes suplementares de proteína e energia.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Procedimentos comuns a ambos os experimentos

Os animais foram alojados em baias individuais dota-

das de cochos e bebedouros. A coleta de fezes foi feita utilizando-se sacolas especiais de lona, adaptadas aos animais.

Ambos os ensaios abrangeram dois períodos, de 21 dias, divididos em duas fases. A primeira constituiu o período preliminar, com duração de quatorze dias, e a segunda, com sete dias de duração, constituiu o período de obtenção de dados. As rações experimentais foram distribuídas em duas porções diárias e de maneira a ter-se aproximadamente 10% de recusa do alimento. A composição percentual das dietas encontra-se na Tabela 1. Todos os animais receberam uma mistura completa de sal mineralizado. No início do experimento, os animais foram everminados e receberam vitaminas ADE injetável, e durante todo o período permaneceram livres de ectoparasitas.

**TABELA 1.** Composição percentual das dietas experimentais, de acordo com os componentes palha de arroz (PA), feno da rama de mandioca (FRM), grão de sorgo triturado (GS) e PA tratada com 5% de NaOH.

Dieta	PA	FRM	GS	PA (NaOH)
A	100,0	-	-	-
B	75,0	25,0	-	-
C	50,0	50,0	-	-
D	-	100,0	-	-
E	75,0	25,0	-	-
F	67,5	22,5	10,0	-
G	60,0	20,0	20,0	-
H	52,5	17,5	30,0	-
I	-	25,0	-	75,0

Diariamente, às 8 e às 15 h, eram pesadas as fezes, bem como as sobras de alimento. Durante o período de coleta, eram tomadas, diariamente, amostras da dieta fornecida (300 g), sobras e fezes. Para os dois últimos, retirava-se uma alíquota correspondente a 10% do total rejeitado ou excretado. No final do período de obtenção de dados, as amostras de fezes e restos, agrupadas por novilhos, foram homogeneizadas e subamostradas para as análises subsequentes.

A rama da mandioca usada nos dois experimentos tinha mais ou menos dez meses de rebrota, e foi cortada no terço superior (folhas e caules finos) e fenada.

Os teores de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e ácido e lignina das rações utilizadas nos experimentos 1 e 2, encontram-se nas Tabelas 2 e 3.

### Experimento 1

Foram utilizados 16 machos da raça Nelore, com peso entre 130 kg e 200 kg, e média de 150 kg de peso vivo por

**TABELA 2.** Teores percentuais de matéria orgânica (MO), parede celular (PC), proteína bruta (PB), lignina (LIG), sílica (SIL), relação lignina: fibra com detergente ácido (L:FDA) e relação lignina: fibra com detergente neutro (L:FDN das dietas do experimento 1, com base na matéria seca.

	Dietas experimentais			
	A	B	C	D
MO	89,3	90,6	91,9	94,5
PC	77,1	70,9	64,8	52,5
PB	4,8	6,5	8,1	11,4
LIG	5,8	8,4	10,9	16,1
SIL	11,4	9,3	7,0	2,4
L:FDA	0,10	0,15	0,21	0,33
L:FDN	0,08	0,12	0,17	0,31

**TABELA 3.** Teores percentuais de matéria orgânica (MO), parede celular (PC), proteína bruta (PB), lignina (LIG) e sílica (SIL) das dietas do experimento 2, com base na matéria seca.

	Dietas experimentais				
	E	F	G	H	I
MO	88,6	89,3	89,9	90,6	87,3
PC	67,4	64,9	62,3	59,8	66,8
PB	7,3	7,4	7,6	7,8	7,2
LIG	7,6	7,1	6,6	6,1	7,9
SIL	11,7	8,5	7,7	6,9	12,6

tratamento. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições. O peso vivo inicial foi tomado como critério para a formação dos blocos.

Como elemento básico da ração foi utilizada a palha de arroz (Tabela 1). A fonte de nitrogênio foi o feno da rama da mandioca, ministrado em três níveis, equivalentes a 0%, 25% e 50% do total da matéria seca da ração (Trat. A, B e C). Para a determinação do valor nutritivo da rama da mandioca, uma quarta ração (Trat. D) com 100% de feno da rama da mandioca foi utilizada.

Tanto a palha de arroz quanto o feno da rama de mandioca foram picados e ministrados juntos, de forma a evitar a seletividade por parte do animal.

### Experimento 2

Foram utilizados 20 machos da raça Nelore com peso variando entre 104 kg e 176 kg, e média de 135 kg por

tratamento, em um delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. O peso vivo inicial foi tomado como critério para formação dos blocos.

De acordo com os resultados do experimento 1, a melhor utilização da palha de arroz, pelos novilhos, ocorreu quando esta foi suplementada com 25% de feno da rama de mandioca (Trat. B). Desta forma, a dieta B do primeiro experimento constituiu a dieta básica deste experimento. Todos os animais receberam esta dieta à vontade, a qual foi substituída parcialmente, em função do consumo de matéria seca, por 0%, 10%, 20% e 30% de grão de sorgo triturado (Trat. E, F, G e H). Foi estudada, ainda, uma quinta dieta (Trat. I), com 75% de palha de arroz tratada com hidróxido de sódio (NaOH), e 25% de feno da rama da mandioca.

O tratamento químico da palha de arroz consistiu de uma solução de 5% de NaOH (50 g de NaOH por litro de água). Esta solução foi aplicada sobre a palha de arroz picada na proporção de 1 litro por 1 kg de palha, com o auxílio de um pulverizador costal. Durante a aplicação, a palha foi continuamente revolvida, aumentando, assim, o contato desta com a solução alcalina. Antes de a palha de arroz tratada ser fornecida aos animais, foi permitido um período de 24 horas para completar a reação.

Tanto a palha de arroz quanto o feno da rama de mandioca foram picados e misturados de forma homogênea, para evitar a seletividade por parte do animal. Este volumoso foi oferecido separado do grão de sorgo triturado.

### Análise de laboratório

A matéria seca, matéria orgânica e energia bruta foram determinadas segundo Harris (1970), e a fibra em detergente neutro e ácido, a celulose, a hemicelulose e a lignina, de acordo com o método de Soest & Wine (1967). As análises de nitrogênio foram realizadas conforme Harris (1970), em aparelho de micro-kjeldhal.

### Análise estatística

Os dados foram analisados pelo método dos quadrados mínimos, utilizando-se o procedimento "General Linear Model" disponível no SAS Institute (1982). Tanto os tratamentos A e D, quanto os E e I foram comparados por contraste.

Nas comparações entre os tratamentos A, B e C, a porcentagem de feno da rama da mandioca foi incluída como variável contínua em todas as análises. Nestes casos, baseado em análises prévias, o polinomial de maior ordem foi selecionado para cada variável dependente. Procedimento semelhante foi utilizado para os tratamentos E, F, G e H, onde a variável contínua foi nível de grão de sorgo.

As relações entre a digestibilidade da parede celular (PV) e a quantidade de lignina para FDN e FDA das dietas experimentais foram determinadas pelo método Gauss-Newton, utilizando-se o procedimento "Nonlinear Regression" disponível no SAS Institute (1982).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) do FRM foi maior ( $P < 0,01$ ) do que o da PA (Tabela 4). Este acréscimo na digestibilidade aparente da PB é explicado pelos conteúdos de PB que foram 4,8 e 11,4 para a PA e FRM, respectivamente. Dentro dos limites estudados, esta associação foi representada por uma correlação positiva entre o conteúdo de PB e sua digestibilidade aparente ( $P < 0,01$ ;  $r = 0,82$ ), a qual é condizente com as encontradas por Milford & Haydock (1965), Minson & Milford (1967) e Schneider & Flatt (1975).

TABELA 4. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica, parede celular, proteína bruta, conteúdo celular e consumos da matéria orgânica, proteína bruta, matéria orgânica digestível e proteína bruta digestível das dietas contendo 100% de palha de arroz (A) e 100% de feno da rama da mandioca (D) e os níveis de probabilidade (P).

	A	D	P
<b>Coef. digestibilidade (%)</b>			
Matéria orgânica	52,7	53,7	0,76
Parede celular	55,7	34,5	0,01
Proteína bruta	16,8	40,3	0,01
Conteúdo celular	19,4	69,6	0,01
<b>Consumo (g/100 kg PV)</b>			
Matéria orgânica	1330	1490	0,32
Proteína bruta	70	186	0,01
Matéria orgânica digestível	704	794	0,29
Proteína bruta digestível	12	75	0,01

O feno da rama da mandioca apresentou coeficiente de digestibilidade aparente da parede celular menor ( $P < 0,01$ ) que o da PA. Esta menor digestibilidade, em parte, poderia ser explicada pelo alto conteúdo de lignina do FRM (Tabela 2), uma vez que o principal efeito negativo da lignina é inibir a digestibilidade da celulose e da hemicelulose (Moore 1980). Segundo Soest (1982), a proporção da lignina na FDA ou FDN é essencialmente uma função da relação lignina:celulose e/ou lignina:hemicelulose, que representam uma expressão de lignificação, e podem ser usadas para se estimar a digestibilidade da parede celular. Em vista disto,

foram calculadas as relações lignina: fibra detergente ácido (L:FDA) e lignina: fibra detergente neutro (L:FDN) das dietas experimentais. Observou-se um decréscimo na digestibilidade da PC à medida que as relações L:FDA e L:FDN aumentaram (Fig. 1). A similaridade das associações da celulose e hemicelulose com o conteúdo de lignina (Tabela 5) sugere um efeito relativamente igual da lignificação sobre estes carboidratos da PC, vindo a confirmar o efeito da lignificação da celulose e hemicelulose sobre a digestibilidade da PC.

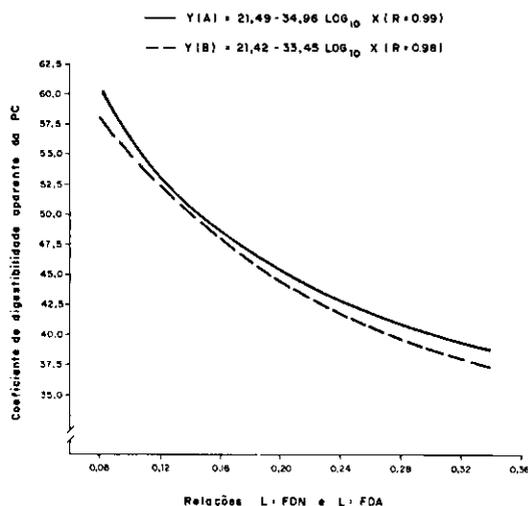


FIG. 1. Efeito das relações lignina: fibra com detergente ácido (L:ADA;B) e lignina: fibra com detergente neutro (L:FDN;A) sobre a digestibilidade da parede celular das dietas do experimento 1.

TABELA 5. Correlações entre as digestibilidades dos componentes da parede celular e os índices de lignificação e conteúdo de sílica.

Frações	Lig:FDN	Lig:FDA	Sílica
Celulose	-0,88**	-0,86**	0,88**
Hemicelulose	-0,86**	-0,83**	0,80**
Parede celular	-0,91**	-0,89**	0,87**

\*\* ( $P < 0,01$ ).

Tem sido sugerido que a sílica atua de maneira semelhante à lignina, exercendo um efeito negativo sobre a digestibilidade da PC. Segundo Jackson (1977a) e Soest (1982), o conteúdo de sílica da

PA é o principal fator limitando a sua digestibilidade, desde que esta é relativamente não lignificada (Tabela 2). Entretanto, neste experimento encontrou-se uma correlação positiva ( $P < 0,01$ ) entre o conteúdo de sílica das dietas e a digestão dos componentes da PC (Tabela 5). De acordo com Jones & Handreck (1965), aproximadamente todo o conteúdo de sílica é recuperado nas fezes; desta forma, um aumento de 1% no teor de sílica da PC reduziria a digestibilidade desta de 1%, caso não haja nenhum efeito da sílica sobre a digestibilidade da PC. É possível que esta correlação positiva encontrada entre o teor de sílica e a digestão dos componentes da PC tenha sido apenas um efeito associativo e não uma relação causa-efeito, uma vez que o FRM apresentou o menor conteúdo de sílica e também a menor digestibilidade da PC (Tabelas 2 e 4). Esta independência verificada entre o conteúdo de sílica e a digestibilidade da PC é condizente com os resultados encontrados por Minson (1971a, b). Portanto, para se estabelecer o efeito verdadeiro da sílica sobre a digestibilidade da PC da PA, há necessidade de a sílica ser removida quimicamente, o que não foi feito neste experimento. De acordo com o exposto acima, torna-se difícil sugerir um efeito negativo da sílica sobre a digestibilidade das dietas experimentais.

A digestibilidade aparente do conteúdo celular (CC) do FRM foi maior ( $P < 0,01$ ) do que a da PA (Tabela 4). Este resultado não é uma surpresa, uma vez que o principal fator no controle da digestibilidade aparente do CC é o nível deste no alimento (Soest & Jones 1968, Minson 1971a), e conseqüentemente existe uma alta correlação entre o teor de CC e sua digestibilidade aparente.

Apesar da menor digestibilidade da PC observada no FRM, parece que esta foi contrabalanceada, em parte, pela maior digestibilidade do conteúdo celular, resultando em digestibilidades similares para a matéria orgânica de ambos os subprodutos (Tabela 4).

Os animais que receberam o FRM apresentaram um maior consumo de proteína digestível ( $P < 0,01$ ), porém mostraram consumos de matéria orgânica digestível semelhantes ( $P < 0,39$ ) aos verificados nos animais recebendo PA.

De acordo com as tabelas do National Research Council (1976), as necessidades de bovinos com

peso de 150 kg em manutenção são de 1,06 kg de nutrientes digestíveis totais (NDT), e de 86 g de proteína digestível (PD)/100 kg de peso vivo. Os animais que receberam PA e FRM, respectivamente, tiveram 66% a 74% de suas necessidades de NDT atendidas, bem como 13% e 80% das necessidades da PD. Como conseqüência do baixo consumo de matéria orgânica e dos coeficientes de digestibilidade observados, os consumos de matéria orgânica e de proteína digestíveis foram insuficientes para a manutenção destes animais. Desta forma, fica evidenciado que tanto PA quanto o FRM fornecidos como único alimento não suprem o animal da quantidade de nutrientes necessária à manutenção de peso.

As relações entre o coeficiente de digestibilidade da MO e da PC com os níveis de FRM das dietas experimentais foram melhor descritas por equações quadráticas ( $P < 0,01$ ). A digestibilidade da MO aumentou progressivamente até o nível de 24% de FRM, e então decresceu (Fig. 2). Apesar de o FRM e a PA apresentarem a mesma digestibilidade da MO, quando 25% da PA foram substituídos por FRM houve um grande acréscimo na digestibilidade desta. Geralmente, é reconhecido que a digestibilidade de uma mistura de alimentos não é, necessariamente, a média ponderada dos valores de cada componente da ração determinado separadamente. Cada componente pode exercer influência sobre a digestibilidade do outro. Embora seja impossível determinar os fatores específicos envolvidos nesta digestibilidade associativa, parece que, neste caso, o aumento do conteúdo de PB de 4,8 para 6,5 (Tabela 2), quando 25% da PA foram substituídos por FRM, foi o responsável por este acréscimo na digestibilidade da MO. Isto pode ser explicado pelo fato de que a deficiência de nitrogênio pode reduzir a digestibilidade do alimento no rúmen, uma vez que o nitrogênio é essencial para o crescimento e atividade normais dos microorganismos. Vários pesquisadores (Campling et al. 1962, Lyons et al. 1970, Fishwick et al. 1978) também encontraram que as digestibilidades das palhas de cereais - que contêm baixo conteúdo de nitrogênio - foram melhoradas quando oferecidas aos animais em combinação com outro alimento com maior conteúdo de nitrogênio.

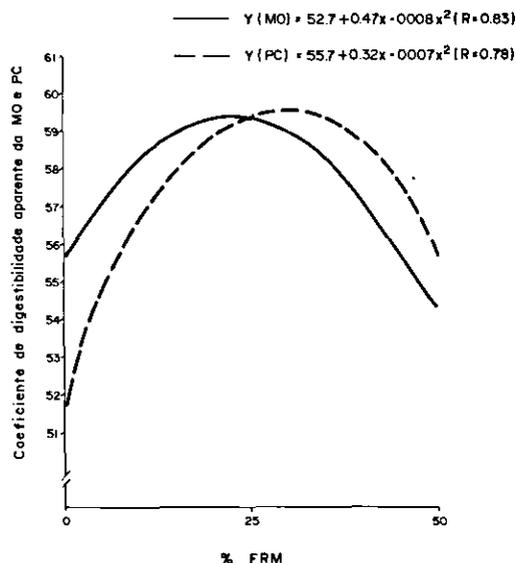


FIG. 2. Efeitos dos níveis de feno de rama de mandioca (FRM) sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica (MO) e parede celular (PC).

De acordo com os resultados do presente experimento, uma suplementação com FRM superior a 25% (6,4% PB) não traria nenhum acréscimo ao coeficiente de digestibilidade da MO da PA, sugerindo que o baixo conteúdo de nitrogênio é o principal fator limitante de sua digestibilidade. Acréscimos no nível de FRM além deste ponto provocou um decréscimo a taxas crescentes na digestibilidade da MO, o que poderia ser explicado pelos aumentos das relações L:FDA e L:FDN à medida que se aumentou o nível de FRM nas dietas experimentais (Fig. 1, Tabela 2). Estes resultados sugerem que uma vez sanada a deficiência de nitrogênio da PA, a lignificação da PC tornou-se o fator limitante da digestibilidade da MO e da PC das dietas experimentais.

As relações entre os consumos de matéria orgânica (CMO) e de matéria orgânica digestível (CMOD) e os níveis de FRM nas dietas foram melhor descritas por equações quadráticas ( $P < 0,01$ ; Fig. 3). O CMO aumentou até o nível de 40% de FRM, e então decresceu; já o CMOD atingiu o máximo quando se substituiu 30% da PA por FRM.

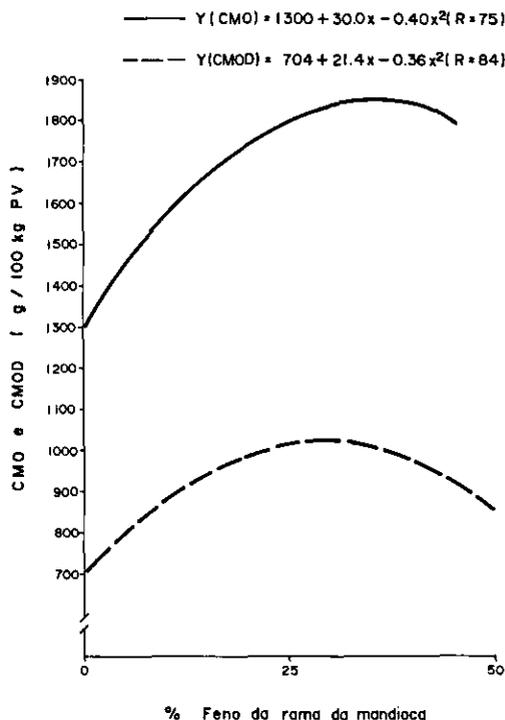


FIG. 3. Efeito dos níveis de feno de rama de mandioca sobre o consumo de matéria orgânica (CMO) e consumo de matéria orgânica digestível (CMOD).

O consumo de alimento só será limitado pelo nível de fibra ou sua característica física se a proteína, vitaminas e minerais estiverem supridos. Quando o conteúdo de PB de um alimento é menor do que 6% - 7%, o apetite é reduzido em consequência de uma deficiência de nitrogênio, e o consumo será menor do que o esperado, levando-se em consideração seu conteúdo de fibra (Milford & Minson 1966, Minson & Milford 1967). Neste caso, os animais experimentais foram adequadamente suplementados com vitaminas e minerais, os fatores que poderiam estar controlando o consumo de MO são os níveis de proteína e fibra das dietas experimentais.

O CMO aumentou até o nível de 6,8% de PB, e a partir deste ponto decresceu (Fig. 4), sugerindo ser este o nível de PB abaixo do qual o nitrogênio foi o principal fator limitando o CMO nas dietas. Este resultado confirma o nível crítico de 6% - 7%

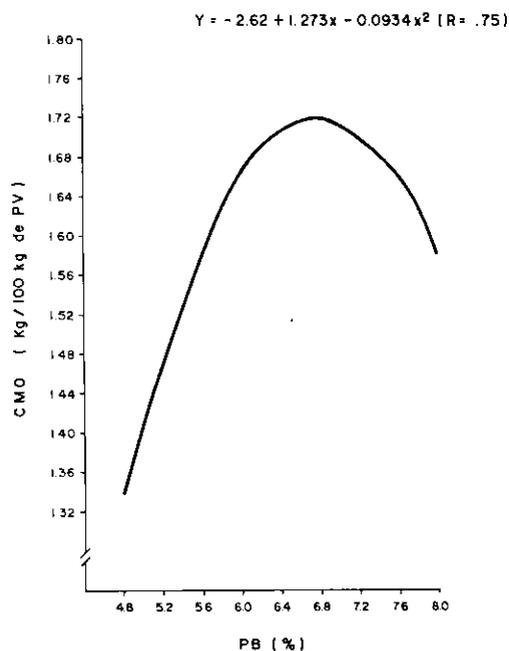


FIG. 4. Efeito do conteúdo de proteína bruta (PB) sobre o consumo de matéria orgânica (CMO).

proposto por Milford & Minson (1966) e Minson & Milford (1967). O aumento do consumo voluntário de um alimento de baixa qualidade, quando suplementado com nitrogênio, tem sido atribuído a dois diferentes fatores: um seria o efeito direto deste sobre o "status" de nitrogênio do animal (Campling & Murdock 1966), e o outro, o efeito do nitrogênio sobre a microflora do rúmen, resultando num aumento da taxa e da extensão da digestão neste, e, conseqüentemente, no aumento da taxa de passagem do alimento (Campling et al. 1962).

Quando se aumentou o nível de FRM de 25% para 50%, observou-se um declínio no CMO, o qual não poderia ser explicado pelo conteúdo de PC, desde que houve um decréscimo no teor deste à medida que se aumentou o FRM nas dietas (Tabela 2). Este declínio também não poderia ser explicado pelas diferenças nas composições químicas ou na digestibilidade das paredes celulares das dietas, visto que não houve correlação significativa

( $P > 0,05$ ) entre os teores de celulose ( $r = -0,15$ ), hemicelulose ( $r = -0,16$ ), L:FDA ( $r = -0,12$ ), L:FND ( $r = -0,10$ ), digestibilidade da parede celular ( $r = 0,15$ ), celulose ( $r = 0,18$ ) e hemicelulose ( $r = 0,24$ ) com o CMO. Isto faz supor que, exceto para a dieta A (4,8% PB), a disponibilidade de nutrientes nessas dietas não foi o fator limitante de sua utilização, mas, talvez, outros fatores relacionados com as características físicas das mesmas. Nestas condições, possivelmente, o consumo tenha sido controlado pelo mecanismo de distensão (Balch & Campling 1962), que é sensível à capacidade do rúmen e às taxas de degradação e escoamento do alimento para fora do rúmen.

O alimento ocupa espaço no rúmen, até que seja reduzido a um tamanho suficientemente pequeno para deixar o rúmen. Os alimentos variam quanto ao tempo requerido para serem degradados (Minson 1966, Laredo & Minson 1973, Thornton & Minson 1973, Poppi et al. 1980). Moore & Mott (1973) sugeriram que os alimentos seguem diferentes padrões de degradação física durante o processo de digestão, contribuindo, assim, para as variações observadas entre consumo, digestibilidade e composição química.

Apesar de não terem sido medidas as características físicas e o tempo de retenção das dietas no rúmen, possivelmente o decréscimo no CMO observado quando se aumentou o nível de FRM de 25% para 50% esteve mais relacionado com as características físicas da PC que controlam a degradação, visto que o consumo raramente pode ser previsto de forma precisa por simples análises químicas ou pela digestibilidade (Minson 1982).

O CMOD é uma expressão aceitável da qualidade de um alimento, porque ela está altamente correlacionada com o consumo de energia digestível (Minson 1980), que, por sua vez, é o determinante básico da taxa e eficiência da produção animal (Moore 1980). O melhor CMOD foi observado quando os animais receberam a ração B (Fig. 3), ou seja, 1,01 kg matéria orgânica digestível/100 kg de PV, o que está bem próximo das necessidades de manutenção para bovinos (150 kg de PV) de 1,06, recomendado pelo National Research Council (1976). Desta forma, exceto os animais recebendo a dieta B, todos os outros perderam peso.

O consumo diário de matéria orgânica digestível depende da digestibilidade da MO e de seu consumo voluntário. A importância relativa de cada um dependerá de quanto cada um está relacionado com o CMOD. O CMOD foi mais relacionado com o CMO ( $r = 0,96$ ) do que com a digestibilidade da MO ( $r = 0,77$ ), confirmando, uma vez mais, que o consumo voluntário é o principal fator determinando a qualidade de um alimento.

### Experimento 2

O tratamento químico (NaOH, 5%) da PA não alterou a sua composição química, exceto por um decréscimo de 11% no conteúdo de hemicelulose (Tabela 6). Vários pesquisadores (Ololade et al. 1970, Klopfenstein et al. 1972, Rexen & Thompsen 1976, Berger et al. 1979, Evans 1979) também observaram que o tratamento químico de diferentes tipos de palhas solubiliza parte da hemicelulose, permanecendo inalterados os conteúdos de celulose e lignina. Entretanto, Jackson (1977b), revisando vários trabalhos com diferentes tipos de palhas tratadas com 15% de NaOH, demonstrou uma solubilização da sílica destas palhas, sendo esta de 45% para a PA, em particular. Este resultado está em discordância com os encontrados neste experimento, onde não houve qualquer alteração no conteúdo de sílica da PA quando tratada com 5% de NaOH. Talvez, a menor concentração de NaOH utilizada neste experimento seja a responsável pela não solubilização da sílica.

TABELA 6. Teores de matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), parede celular (PC), celulose (CEL), hemicelulose (HEC), lignina (LIG), e sílica (SI) da palha de arroz não tratada (E) e da palha de arroz tratada com 5% de NaOH (I), com base na matéria seca.

	Dietas	
	E	I
MO	86,3	84,3
PB	4,9	4,8
PC	72,1	71,2
CEL	48,1	48,6
HEC	18,9	16,9
LIG	5,2	5,6
SI	11,7	12,2

Exceto por uma maior digestibilidade da hemicelulose ( $P < 0,01$ ), o tratamento da PA não alterou ( $P > 0,05$ ) os parâmetros de digestibilidade e consumo estudados. Segundo Soest (1982), a lignina e hemicelulose das gramíneas encontram-se unidas por ligações do tipo éster, e estas podem ser rompidas por agentes alcalinos por meio de uma reação de saponificação (Tarkow & Feist 1969, citados por Lau & Soest 1981). A eficiência do tratamento depende da proporção de ligações lignina-hemicelulose rompidas (Lau & Soest 1981). De acordo com o acréscimo na digestibilidade da hemicelulose, podemos sugerir que o tratamento da PA promoveu o rompimento de algumas destas ligações. Entretanto, este aumento na digestibilidade da hemicelulose da dieta que continha PA tratada não foi suficientemente grande para aumentar a digestibilidade da PC e, conseqüentemente, a digestibilidade da energia e o consumo de energia digestível (Tabela 7). Este resultado é condizente com a sugestão feita por Klopfenstein (1978), que indica a existência de certa limitação na resposta da PA ao tratamento químico. Além disto, sabe-se que o NaOH é um agente deslignificante da fibra. Isto associado aos resultados do experimento 1, que indicam que o teor de lignina da PA apesar de não ter sido o fator primário influenciando sua utilização, foi o fator limitante da utilização do FRM (Fig. 1), e pode explicar a impossibilidade de se alcançarem grandes respostas ao tratamento químico da PA numa ração contendo 25% de FRM. Esta relação tratamento-dieta foi também evidenciada pelos resultados obtidos por Jackson (1977b), que sugeriu que a resposta das palhas ao tratamento químico depende grandemente da composição da dieta da qual a palha faz parte.

No experimento anterior, quando a PA foi substituída por 25% de FRM, houve um aumento substancial na digestibilidade e no consumo da MO. Entretanto, este acréscimo no CMOD foi apenas suficiente para a manutenção destes animais. O substrato energético desta ração foi obtido principalmente de uma fonte fibrosa de baixa qualidade (Tabela 3), o que não suportaria níveis razoáveis de produção. Uma das possíveis formas de se melhorar a utilização desta dieta seria a adição de alguma fonte de energia rapidamente fermentável.

TABELA 7. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica, energia, parede celular, celulose, hemicelulose, proteína bruta e consumos da energia bruta, proteína bruta, energia digestível e proteína bruta digestível das dietas contendo 25% de FRM e 75% de PA não tratada (E) e tratada com 5% de NaOH (I) e os níveis de probabilidade (P).

	Dietas experimentais		
	E	I	P
<b>Coef. digestibilidade (%)</b>			
Matéria orgânica	59,7	60,6	0,70
Energia	55,5	55,1	0,91
Parede celular	55,5	55,5	0,99
Celulose	57,4	64,3	0,29
Hemicelulose	72,4	85,8	0,01
Proteína bruta	46,3	49,6	0,41
<b>Consumo</b>			
Energia (Kcal/100 kg PV)	8894,4	9853,0	0,30
Proteína bruta (g/100 kg PV)	153	146	0,84
Energia digestível (kg/100 kg PV)	4966,0	5446,0	0,49
Proteína bruta digestível (g/100 kg PV)	73	71	0,94

Entretanto, não foi constatada influência dos níveis de sorgo nas dietas experimentais (Tabela 8) sobre a digestão da matéria orgânica ( $P > 0,23$ ), energia ( $P > 0,40$ ), proteína bruta ( $P > 0,19$ ) e parede celular ( $P > 0,72$ ). Fick et al. (1973) também observaram que a suplementação energética de forragens de baixa qualidade não influenciou a digestibilidade da matéria orgânica.

É comumente observada uma redução na digestão da parede celular em dietas contendo alto teor de fibra, suplementadas com uma fonte de carboidrato rapidamente fermentável (El-Shazly et al. 1961, Chappel & Fontenot 1968, Fick et al. 1973, Henning et al. 1980). Entretanto, esta redução não foi observada neste experimento. Segundo Euclides (1977), a média do conteúdo de amido de seis variedades de sorgo foi de 34%. De acordo com este valor e com os consumos de matéria orgânica total e de sorgo das rações experimentais (Fig. 5), podem-se estimar as percentagens de amido: 0%; 4,8%; 8,7% e 11,9% para as dietas contendo 0%, 10%, 20% e 30% de sorgo. Mulholland et al.

TABELA 8. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica, energia bruta, proteína bruta e parede celular de dietas contendo 75% de palha de arroz e 25% de feno da rama da mandioca, suplementadas com 0 (E), 10 (F), 20 (G) e 30% (H) de grão de sorgo, e os níveis de probabilidade (P).

Coeficiente digestibilidade (%)	Rações				P
	E	F	G	H	
Matéria orgânica	59,7	57,5	60,1	53,3	0,23
Energia bruta	55,5	54,4	57,7	67,9	0,40
Proteína bruta	46,3	43,8	46,0	40,1	0,19
Parede celular	55,5	53,8	57,9	55,1	0,72

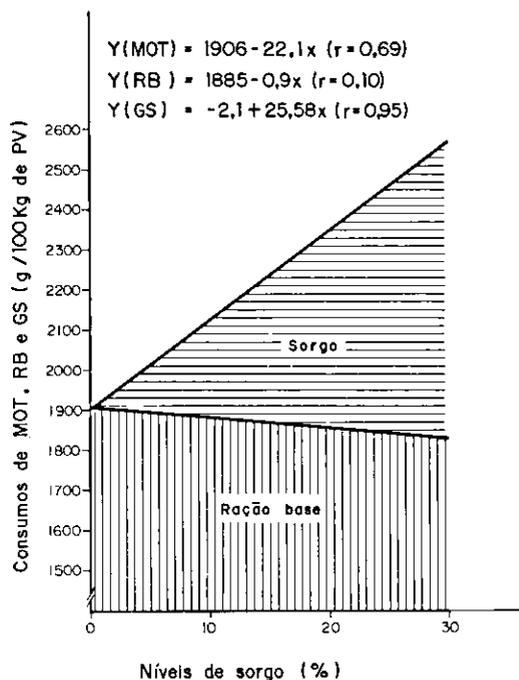


FIG. 5. Efeito dos níveis de grão de sorgo sobre os consumos de ração base (RB), grão de sorgo (GS) e matéria orgânica total (MOT).

(1976) observaram que a suplementação da palha de aveia com 10% de amido não influenciou a digestão da fibra; entretanto, esta foi reduzida substancialmente com a adição de 30% de amido, o que é compatível com os resultados da digestão da parede celular encontrados no presente trabalho, desde que a maior concentração de amido, estimada nas dietas estudadas, foi de 11,9%.

Houve um acréscimo linear ( $P < 0,01$ ) no CMO à medida que o nível de sorgo nas dietas experimentais aumentou. A relação entre o CMO/100 kg de PV ( $y$ ) e os níveis de sorgo ( $x$ ) foi  $y = 1906 + 22,5x$  ( $r = 0,60$ ). Conseqüentemente, houve um acréscimo linear ( $P < 0,01$ ) nos consumos de proteína bruta, energia bruta e energia digestível (Fig. 6). Blaxter & Wilson (1963), Leaver (1973) e Golding et al. (1976) também observaram um acréscimo no consumo total de energia quando concentrados foram fornecidos juntamente com fenos, ainda que os maiores aumentos no consumo

total de energia tenham sido observados para os fenos de qualidade mais baixa. Isto explica o aumento de 59% no consumo total de energia quando 30% da dieta foram substituídos por grão de sorgo, visto que a dieta base (75% de PA e 25% de FRM) apesar de apresentar uma alta digestibilidade da matéria orgânica (60%), pode ser considerada de baixa qualidade pois o consumo foi baixo (1,9% do PV).

Segundo Moore (1979), existe uma interação entre a qualidade do feno e quantidade de concentrado na dieta. Quando o concentrado for fornecido em quantidade limitada, haverá dois tipos de efeitos: aditivo e substitutivo. O efeito aditivo é visto em termos do aumento do consumo total pelo animal, e o efeito substitutivo em termos da redução no consumo de feno.

Os consumos de sorgo, da dieta base (PA + FRM), e da dieta total (sorgo-dieta base) são apresentados na Fig. 5. A inclusão de sorgo na dieta aumentou ( $P < 0,01$ ) os consumos de sorgo e da dieta total; entretanto, o consumo de dieta-base manteve-se constante ( $P < 0,43$ ), o que sugere um efeito aditivo do consumo de sorgo sobre a dieta-base. Este resultado concorda com a sugestão feita por Moore (1979) de que a qualidade da dieta-base é o fator primário determinante da extensão do efeito aditivo ou substitutivo, e que quando uma forragem de baixa qualidade é suplementada com concentrado observa-se um acréscimo no consumo total de matéria orgânica, sem, entretanto, verificar-se decréscimo no consumo da dieta base.

Montgomery & Baumgardt (1965) propuseram que na ausência do mecanismo de distensão, os ruminantes controlam o consumo voluntário de alimento segundo a demanda fisiológica de energia. Blaxter et al. (1961) sugeriram que qualquer alimento com uma digestibilidade da energia superior a 70% terá seu consumo controlado pelo tamanho metabólico do animal e por suas condições fisiológicas. Neste experimento, mesmo no nível mais alto de suplementação energética (30% de sorgo), a digestibilidade da energia não atingiu este ponto (Tabela 8), sugerindo, desta forma, que o mecanismo de distensão (Balch & Campling 1962) foi o responsável pelo controle do consumo voluntário de todas as dietas. Apesar de não ter sido medido o tempo de retenção das dietas no rúmen, as evidên-

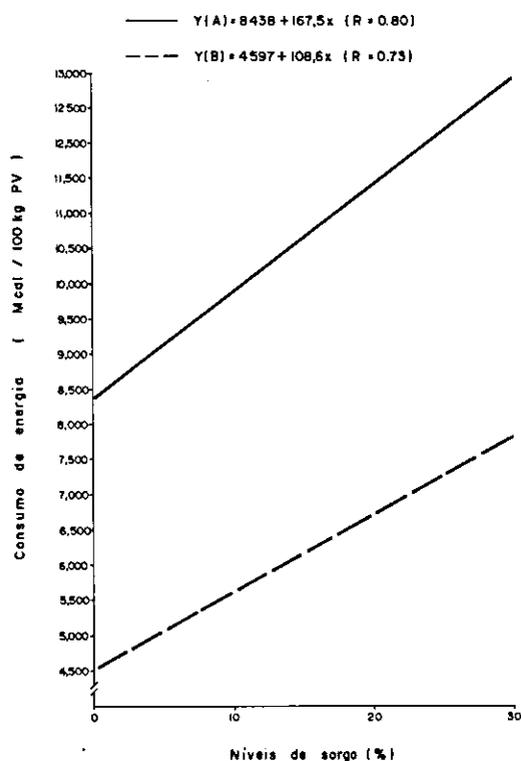


FIG. 6. Efeito dos níveis de grão de sorgo sobre os consumos de energia bruta (A) e energia digestível (B).

cias sugerem que à medida que se aumentou o nível de sorgo nas dietas, houve aumentos nas taxas de escoamento destas digestas para fora do rúmen, com conseqüente aumento de consumo. Isto estaria de acordo com os resultados encontrados por Freer & Campling (1963), que concluíram que o peso da digesta no rúmen de vacas recebendo dieta à base de concentrado foi consideravelmente menor do que quando elas receberam feno.

Admitindo-se que a energia metabolizável corresponde a 82% da energia digestível (National Research Council 1976), podem-se estimar os teores médios do consumo de energia metabolizável como sendo, 5,1; 6,3; 7,5 e 8,7 Mcal, respectivamente, para as dietas E, F, G e H. De acordo com o National Research Council (1976), a necessidade de novilhos (135 kg) em manutenção é de 5,2 Mcal de energia metabolizável por dia. Os consumos de energia metabolizável como proporção da exigência para manutenção foram de 0,98; 1,2; 1,4 e 1,7 para as dietas E, F, G e H, respectivamente. Desta forma, numa dieta constituída de 75% de PA e 25% de FRM uma suplementação de, pelo menos, 10% de sorgo faz-se necessária para promover um ganho líquido de energia para a estocagem de tecido. A retenção de uma quantidade apreciável de energia só ocorreu quando a dieta continha 30% de sorgo, sendo a estimativa de ganho de peso, para este caso, de 500 g por dia.

### CONCLUSÕES

1. Tanto a palha de arroz quanto o feno da rama de mandioca, fornecidos como único alimento, não fornecem ao animal a quantidade de nutrientes necessária à manutenção de peso, sendo o baixo conteúdo de nitrogênio o principal fator limitando a digestibilidade e consumo da palha de arroz.

2. A substituição de 25% da palha de arroz por feno de rama de mandioca foi suficiente para corrigir a deficiência de nitrogênio, elevando o consumo de matéria orgânica digestível, atendendo, assim, às necessidades de manutenção dos animais.

3. Numa dieta constituída de 75% de palha de arroz e 25% de feno de rama de mandioca, uma

suplementação de, pelo menos, 10% de grão de sorgo faz-se necessária para promover um ganho líquido de energia para estocagem de tecido.

### REFERÊNCIAS

- ANDREWS, R.P.; ESCUDER-VOLONTE, J.; CURRAN, M.K.; HOLMES, W. The influence of supplements of energy and protein on the intake and performance of cattle fed on cereal straws. *Anim. Prod.*, **15**:167-76, 1972.
- BALCH, C.C. & CAMPLING, R.C. Regulation of voluntary food intake in ruminants. *Nutr. Abstr. Rev.*, **32**: 669-86, 1962.
- BERGER, L.; KLOPFENSTEIN, T.; BRINTTON, R. Effect of harvest date and chemical treatment on the feeding value of cornstalklage. *J. Anim. Sci.*, **49**: 1312-23, 1979.
- BLAXTER, K.L.; WAINMAN, F.W.; WILSON, R.S. The regulation of food intake by sheep. *Anim. Prod.*, **3**:51-61, 1961.
- BLAXTER, K.L. & WILSON, R.S. The assessment of a crop husbandry technique in terms of animal production. *Anim. Prod.*, **5**:27-42, 1963.
- CAMPLING, R.C.; FREER, M.; BALCH, C.C. The effect of urea on the voluntary intake of oat straw. *Br. J. Nutr.*, **16**:115-24, 1962.
- CAMPLING, R.C. & MURDOCK, J.C. The effect of concentrates on the voluntary intake of roughages by cows. *J. Dairy Sci.*, **33**:1-11, 1966.
- CHAPPELL, G.L.M. & FONTENOT, J.P. Effect of level of readily available carbohydrates in purified sheep rations on cellulose digestibility and nitrogen utilization. *J. Anim. Sci.*, **27**:1709-15, 1968.
- EL-SHAZLY, K.; DEHORITY, B.A.; JOHNSON, R.R. Effect of starch on the digestion of cellulose *in vitro* and *in vivo* by rumen microorganisms. *J. Anim. Sci.*, **2**:268-73, 1961.
- EUCLIDES, V.P.B. Digestão e valor nutritivo de sementes de sorgo com diferentes conteúdos de tanino. Viçosa, UFV, 1977. 61p. Tese Mestrado.
- EVANS, P.J. Chemical and physical aspects of the interaction of sodium hydroxide with the cell wall components of straw. In: GROSSBARD, E., ed. *Straw decay and its effect on disposal and utilization*; proceedings of a symposium. Chichester, J. Wiley, 1979. p.187-97.
- FICK, K.R.; MCGOWAN, C.H.; LOGGINS, P.E.; CORNELL, J.A. Influence of supplemental energy and biuret nitrogen on the utilization of low quality roughage by sheep. *J. Anim. Sci.*, **36**:137-43, 1973.
- FISHWICK, G.; PARKINS, J.J.; HENINGWAY, R.G.; RITCHIE, N.S. A comparison of the voluntary intake and digestibility by beef cows of diets based on oat straw and supplemented with different forms of non-protein nitrogen. *Anim. Prod.*, **26**:135-41, 1978.

- FREER, M. & CAMPLING, R.C. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 5. The relationship between the voluntary intake of food, the amount of digesta in the reticulo-rumen and the rate of disappearance of digesta from the alimentary tract with diets of hay, dried grass or concentrates. *Br. J. Nutr.*, 17:19-88, 1963.
- GRAMACHO, D.D. Contribuição ao estudo químico-tecnológico do feno de mandioca. Cruz das Almas, UFBA, 1973. p.143-52. (Pesquisa, 1)
- GREENHALG, J.F.D. & WAINMAN, F.W. The nutritive value of processed roughages for fattening cattle and sheep. *Proc. Brit. Soc. Anim. Prod.*, 1972. p.61-72.
- GOLDING, E.J.; MOORE, J.E.; FRANKE, D.E.; RUELKE, O.C. Formulation of hay-grain diets for ruminants. II. Depression in voluntary intake of different quality forages by limited grains in sheep. *J. Anim. Sci.*, 42:717-23, 1976.
- HARRIS, L.E. Os métodos químicos e biológicos empregados na análise de alimentos. Gainesville, University of Florida, 1970.
- HENNING, P.A.; LINDEN, Y. Van der; MATTHEYSE, M.E.; NAUHAUS, W.K.; SCHWARTZ, H.W.; GILCHRIST, F.M.C. Factors affecting the intake and digestion of roughage by sheep fed maize straw supplemented with maize grain. *J. Agric. Sci.*, 94: 565-73, 1980.
- JACKSON, M.G. Rice straw as livestock feed. *World Anim. R.*, 23:25-32, 1977a.
- JACKSON, M.G. Review article: The alkali treatment of straws. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2:15-30, 1977b.
- JONES, L.H.P. & HANDRECK, K.A. The relation between the silica content of the diet and the excretion of silica by sheep. *J. Agric. Sci.*, 65:129-34, 1965.
- KLOPFENSTEIN, T. Chemical treatment of crop residues. *J. Anim. Sci.*, 46:841-8, 1978.
- KLOPFENSTEIN, T.J.; KRAUSE, V.E.; JONES, M.J.; WOODS, W. Chemical treatment of low quality roughages. *J. Anim. Sci.*, 35:418-22, 1972.
- LAREDO, M.A. & MINSON, D.J. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. *Aust. J. Agric. Res.*, 24:875-88, 1973.
- LAU, M.M. & SOEST, P.J. van. Titratable groups and soluble phenolic compounds as indicators of the digestibility of chemically treated roughages. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 6:123-31, 1981.
- LEAVER, J.D. Rearing of dairy cattle. 4. Effect of concentrate supplementation on the live-weight gain and feed intake of calves offered roughages ad libitum. *Anim. Prod.*, 17:43-52, 1973.
- LYONS, T.; CAFFREY, P.J.; O'CONNELL, W.J. The effect of energy, protein and vitamin supplementation on the performance and voluntary intake of barley straw by cattle. *Anim. Prod.*, 12:323-34, 1970.
- MILFORD, R. & HAYDOCK, K.P. The nutritive value of protein content and the digestible crude protein content of tropical pasture plants. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 5:13-7, 1965.
- MILFORD, R. & MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., São Paulo, 1965. Anais. São Paulo, Secretaria de Agricultura, 1966.
- MINSON, D.J. The apparent retention of food in the reticulo-rumen at two levels of feeding by means of an hourly feeding technique. *Br. J. Nutr.*, 20:765-73, 1966.
- MINSON, D.J. The digestibility and voluntary intake of six varieties of *Panicum*. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 2:18-25, 1971a.
- MINSON, D.J. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: HACKER, J. B., ed. Nutritional limits to animal production from pastures; proceeding of an international symposium. Farnham Royal, CAB, 1982. p.167-82.
- MINSON, D.J. The nutritive value of tropical pastures. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, 37:257-63, 1971b.
- MINSON, D.J. Relationships of conventional and preferred fractions to determined energy values. In: PIGDEN, W.J.; BALCH, C.C.; GRAHAM, M., ed. Standardization of analytical methodology for feeds. Ottawa, International Development Research Centre, 1980. p.72-8.
- MINSON, D.J. & MILFORD, R. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature Pangola grass. *Aust. J. Agric. Anim. Husb.*, 7:546-51, 1967.
- MONTGOMERY, M.J. & BAUMGARDT, B.R. Regulation of food intake in ruminants. 1. Pelleted rations varying in energy concentration. *J. Dairy Sci.*, 48: 569-74, 1965.
- MOORE, J.E. Forage crops. In: HOVELAND, C.S., ed. Crop quality, storage and utilization. Madison, American Society of Agronomy, 1980. p.61-91.
- MOORE, J.E. Formulating forage-grain diets for growing-finishing cattle. s.n.t. 19p. Trabalho apresentado na Florida Nutrition Conference, 1979.
- MOORE, J.E. & MOTT, G.O. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In: MATCHES, A.G., ed. Antiquality components of forages. Madison, Crop Science Society of America, 1973. p.53-97. (Special publication, 4)
- MULHOLLAND, J.G.; COOMBE, J.B.; MCMANUS, W.R. Effect of starch on the utilization by sheep of a straw diet supplemented with urea and minerals. *Aust. J. Agric. Res.*, 27:139-53, 1976.
- NORMANHA, E.S. Farelo de ramas e folhas de mandioca. *O Agrônomo*, 14:16-9, 1962.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Beef Cattle. Washington, EUA. Nutrient requirements on beef cattle. 5.ed. Washington, National Academy of Sciences, 1976. 56p. (Nutrient requirements of domestic animals, 4)

- OH, J.H.; WEIR, W.C.; LONGHURST, W.M. Feed value for sheep of cornstalks, rice straw and barley straw as compared with alfalfa. *J. Anim. Sci.*, **32**:343-7, 1971.
- OLOLADE, B.J.; MOWAT, D.N.; WINCH, J.E. Effect of processing methods on the *in vivo* digestibility of sodium hydroxide treated roughages. *Can. J. Anim. Sci.*, **50**:657-62, 1970.
- POPPI, D.P.; MINSON, D.J.; TERNOUTH, J.H. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. I. The voluntary intake, digestibility and retention time in the reticulo-rumen. *Aust. Agric. Res.*, **32**:99-108, 1980.
- PRATES, E.R. & LEBOUTE, E.M. Avaliação do valor nutritivo de resíduos de cultivos e de indústria. *R. Soc. Bras. Zoot.*, **9**:248-59, 1980.
- REXEN, F. & THOMSEN, K.V. The effect on digestibility of a new technique for alkali treatment of straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **1**:73-83, 1976.
- SAS INSTITUTE, Cary, EUA. *User's guide*. Cary, 1982.
- SCHEIDER, B.H. & FLATT, W.P. *The evaluation of feeds through digestibility experiments*. Athens, The University of Georgia Press, 1975. 423p.
- SOEST, P.J. van. *Nutritional ecology of the ruminant*. Corvallis, O & B. Books, 1982. 374p.
- SOEST, P.J. van & JONES, L.H.P. Effect of silica in forages upon digestibility. *J. Dairy Sci.*, **51**:1644-8, 1968.
- SOEST, P.J. van & WINE, R.H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plant cell wall constituents. *J. Assoc. Anal. Chem.*, **50**:50-5, 1967.
- THORNTON, R.F. & MINSON, D.J. The relationship between apparent retention time in the rumen, voluntary intake, and apparent digestibility of legume and grass diet in sheep. *Aust. J. Agric. Res.*, **24**: 889-98, 1973.