

CONSUMO E DIGESTIBILIDADE EM DIETAS SUPLEMENTADAS COM RAIZ DE MANDIOCA DESIDRATADA

W. Stumpf Jr.¹, & J. López²,
EMBRAPA/CPACT-Pelotas-RS-Brasil

RESUMO

Realizou-se um experimento com ovinos recebendo feno de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) suplementado com raiz de mandioca descascada e desidratada como fonte de amido (0, 15, 30 e 45% da dieta). O consumo de matéria orgânica total (MO) alcançou um ponto máximo com a suplementação de 30% de mandioca na dieta, decrescendo com níveis superiores. O aumento dos níveis de amido diminuiu o consumo de feno bem como a digestibilidade aparente da proteína bruta e da parede celular. O amido foi praticamente digerido ao longo do trato gastro-intestinal.

PALAVRAS-CHAVE: Ovinos, Mandioca, Capim elefante, Consumo, Parede Celular

ABSTRACT

An experiment was conducted using sheep fed Napier grass (*Pennisetum purpureum*, Schum) supplemented with peeled and dried cassava roots as a source of starch (0, 15, 30 and 45% of the diet). Total organic matter intake reached a maximum with 30% supplementation of cassava, decreasing with higher levels. The increase in the levels of starch was accompanied by a decrease in intake of hay and in protein and cell wall digestibilities. Practically all the starch was digested in the gastro-intestinal tract.

KEYWORDS: Sheep, Cassava, Napier Grass, Intake, Cell Wall.

Introdução

Uma atenção especial tem sido dada recentemente às implicações nutricionais dos carboidratos na nutrição dos ruminantes. Esta atenção não está restrita somente aos carboidratos estruturais, como a parede celular, mas também ao amido, açúcares solúveis, e outros carboidratos de reserva. Os carboidratos são a fonte mais importante de energia para os microorganismos ruminais e o próprio ruminante, e seu comportamento no rúmen difere em função de sua forma, a qual está diretamente ligada à sua fonte de origem.

A necessidade de aumentar a eficiência produtiva dos ruminantes tem estimulado o

interesse na utilização dos grãos de cereais bem como de fontes alternativas de alimentos concentrados que contêm altos níveis de amido.

A digestão ruminal do amido varia consideravelmente em função das diferentes fontes utilizadas, tendo sido relatado por Waldo (1973) taxas de digestão ruminal que variam, em média, desde 76% ± 22.4 para o amido do sorgo, até 94% ± 2.4 para o amido da cevada. Alguns trabalhos têm observado que a adição de pequenas quantidades de grãos ou amido estimulam a digestão da fibra. Uma pequena proporção de grãos normalmente causa pouca ou nenhuma depressão no consumo e na digestibilidade de forragem (Mulholland et

al., 1976) e uma proporção maior pode deprimir o consumo de tal forma que em vez de suplementação passe a ser uma substituição (ØRSKoV, 1986).

O presente trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar os efeitos da utilização da raiz de mandioca descascada e desidratada, como fonte de amido, sobre o consumo e a digestibilidade da parede celular de um feno de baixa qualidade e sobre a digestibilidade das frações nutritivas da ração.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Ensino Zootécnico do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Foram utilizados 24 ovinos machos com idade em torno de 12 meses e peso corporal médio de 32 kg. Foram testados 4 tratamentos com a inclusão de níveis crescentes de mandioca (0, 15, 30 e 45%) com base na MS da dieta, em uma dieta básica de feno de capim elefante picado (*Pennisetum purpureum*, Schum). O feno foi fornecido à vontade durante todo o experimento e em função do seu consumo os animais receberam o suplemento concentrado (farelo de soja e mandioca) de forma a atingir os níveis de mandioca e nitrogênio programados. O alimento foi fornecido 2 vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas. O suplemento concentrado foi fornecido primeiro e em separado do volumoso, como forma de atingir o consumo programado de concentrado, de quantificar o consumo do concentrado e da dieta basal e também com o objetivo de diminuir os problemas de composição das sobras. A composição média dos componentes, das dietas e sua

composição químico-bromatológica podem ser vistas nas Tabelas 1, 2 e 3. Os animais permaneceram em gaiolas para teste de metabolismo durante todo o experimento onde receberam, além da ração, uma mistura de sal mineralizado e água à vontade. Os animais foram tosquiados e dosificados com anti-helmínticos após exame parasitológico de fezes.

O período experimental teve a duração de 30 dias, sendo 7 dias de adaptação, 14 dias preliminares e de ajuste de consumo voluntário máximo e 9 dias de período de coleta total de alimento, fezes, urina e sobras de alimento.

Foi conduzido um ensaio de digestibilidade in vivo através do controle do alimento fornecido e da coleta total de fezes e sobras de alimentos, determinando-se as digestibilidades das frações nutritivas das dietas e o consumo voluntário máximo das mesmas. Para determinação químico-bromatológica das dietas foi coletado, diariamente, uma amostra individual, de cerca de 200 gramas de feno, e uma amostra por tratamento, de 100 gramas de suplemento concentrado. No final do experimento as amostras foram reunidas em amostras compostas por animal, para o feno, e, por tratamento, para o suplemento. Todo o feno utilizado no experimento foi previamente picado em moínho martelo, com tamanho médio de partícula em torno de 5 cm. As amostras compostas do feno e do suplemento foram moídas em moínho tipo Wiley utilizando-se peneira de 1mm (40 mesh). As amostras compostas das sobras foram secas a 60°C até peso constante sendo, após, moídas em peneira de 1 mm. As análises das amostras incluíram a matéria seca (MS) a 105°C; matéria orgânica (MO)

TABELA 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados na dieta, expressa como percentagem da matéria seca.

Nutrientes	Ingredientes		
	feno	farelo de soja	mandioca
Matéria seca	90.39	88.56	92.16
Matéria orgânica	90.09	93.12	98.90
Proteína bruta	5.23	53.71	1.69
Fibra em detergente neutro	75.25	12.52	3.40
Amido	3.98	4.44	75.23

TABELA 2. Composição média das dietas, expressa como percentagem da matéria seca.

Ingredientes	Tratamentos			
	T0	T1	T2	T3
Feno	82.07	64.87	48.75	38.00
Farelo de soja	17.93	19.67	21.01	20.46
Mandioca	-	15.46	30.24	41.54

TABELA 3. Composição químico-bromatológica das dietas, expressa como percentagem da matéria seca.

Frações nutritivas	Tratamentos			
	T0	T1	T2	T3
Matéria seca	90.06	90.30	90.54	90.75
Matéria orgânica	90.62	90.06	93.42	94.41
Proteína bruta	13.78	14.03	14.10	13.42
Fibra em detergente neutro	64.19	51.81	40.24	32.41
Amido	4.05	15.31	26.01	34.13

a 550°C; proteína bruta (PB, N x 625-macro Kjeldahl), determinados segundo a técnica da AOAC (1975); fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com Goering e Van Soest (1970); e amido (AM) determinado como polímeros de ligações α -glicosídicas através da técnica modificada de Macrae e Armstrong (1968). Nesta determinação a hidrólise do amido foi realizada com HCl 0,76N (Kartchner e Theurer, 1981). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado utilizando-se 6 repetições por tratamento. Os dados foram testados pela análise de variância e as médias pelo teste de Tukey ao nível de 5%. Foram também realizadas regressões lineares e quadráticas de acordo com os modelos $y = a + b_1 x_1 + e$; e $y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + e$.

Resultados e Discussão

A média de consumo diário de MO por tratamento pode ser observada na Tabela 4. Esta apresentou uma relação quadrática com a inclusão de mandioca na dieta, de acordo com a seguinte equação: $y = 55.24 + 1.22 x - 0.02 x^2$ ($r = .73$; $P < .01$), onde: $y =$ consumo de MO em gramas por

unidade de tamanho metabólico e por dia (g/UTM/dia) e $x =$ níveis de mandioca na dieta (%). Observa-se pela equação que houve aumento no consumo de MO total até a inclusão de 30% de mandioca na dieta, após o que o consumo diminuiu (Figura 1). O aumento no consumo de MO até a inclusão de 30% de mandioca provavelmente seja devido a uma maior velocidade de passagem da dieta e, em especial, do suplemento concentrado no rúmen e em todo o trato gastro-intestinal. Segundo Øskov et al., (1969) e Thompson e Lanning (1969), quando feno e concentrado foram fornecidos juntos e apresentavam tamanhos de partículas diferentes, a taxa de passagem do concentrado foi acelerada. Estes dados concordam com aqueles encontrados por Mulholland et al., (1976), que observaram um consumo máximo com a inclusão de 30% de amido e uma diminuição substancial no consumo com a adição de 40% de amido na dieta. A diminuição observada no consumo com a inclusão de 45% de mandioca na dieta, provavelmente esteja associada a distúrbios metabólicos causados por modificações no ambiente ruminal.

A média de consumo diário do feno pode ser observada na Tabela 4.

TABELA 4. Médias de consumo diário de matéria orgânica total (MO) e matéria seca do feno (MS) por tratamento

Tratamento	Consumo (g/UTM/dia)	
	MO total	MS do feno
TO	56.31	50.45
T1	66.09	46.63
T2	71.01	37.43
T3	58.07	27.18
Erro padrão	3.53	2.60

TABELA 5. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (%) de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), parede celular (FDN) e amido (AM).

Frações Nutritivas	Tratamentos				Erro Padrão
	T0	T1	T2	T3	
MS	64.01b	66.26b	70.68a	69.55a	0.96
PB	75.62a	73.45b	73.61b	67.39c	0.72
FDN	63.48a	56.32ab	52.71b	45.88c	3.35
AM	91.72b	97.80a	98.76a	98.58a	0.68

a,b,c/médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P > .05$).

Foi observada uma relação linear entre a média de consumo diário de feno e o consumo de mandioca expressa pela seguinte equação $y = 52.28 - 0.53x$ ($r = .90$; $p < .01$), onde $y =$ consumo de feno em g de MS/UTM/dia e $x =$ níveis de mandioca na dieta (%). Observa-se pela equação que houve uma diminuição no consumo de feno com o aumento dos níveis de mandioca na dieta (Figura 2). Estes dados concordam com os resultados de Crabtree e Williams (1971) que observaram uma redução linear no consumo de feno com o aumento na percentagem de concentrado na dieta. Segundo Kartchner (1980), a suplementação de forragem nativa de baixa qualidade com milho ou cevada reduziu a digestibilidade da forragem e o consumo.

Os tratamentos com a inclusão de mandioca apresentaram menores consumos de feno entre os tratamentos testados. Com maior suplementação de grão há uma maior substituição de forragem (Rittenhouse et al., 1970; Lusby et al., 1976). Na Tabela 5, pode-se observar os coeficientes de digestibilidade da MS, PB, FDN (parede celular) e do AM. A digestibilidade da MS

apresentou diferença ($P < .01$) entre tratamentos. O tratamentos com a inclusão de 30 e 45% de mandioca apresentaram índices de digestibilidade da MS superiores ao do tratamento testemunha e do tratamento com a inclusão de 15% de mandioca. A inclusão de 15% de mandioca não aumentou a digestibilidade da MS em relação ao tratamento testemunha. O pequeno incremento observado pode ser devido ao maior consumo de MO em função da suplementação com mandioca. Observou-se um aumento ($P < .01$) de 6 pontos percentuais na digestibilidade da MS com a inclusão de 30% de mandioca na dieta; provavelmente este aumento seja consequência do incremento de MO altamente digestível proporcionada pelo consumo de amido da mandioca. Com a inclusão de 45% de mandioca observou-se uma pequena depressão na digestibilidade da MS em relação ao esperado.

Tal fato, provavelmente seja devido a alterações no ambiente ruminal causadas pelo nível de inclusão de mandioca neste tratamento. Conforme pode ser observado na Tabela 3 houve um decréscimo no

Consumo de MO neste tratamento. Weston (1988), trabalhando com ovinos e utilizando dietas com ou sem suplemento concentrado, observou uma maior digestibilidade da MS quando os animais consumiram concentrado. Os dados também concordam com os resultados encontrados por Mulholland et al. (1976).

Foi observada diferença ($P < .01$) na digestibilidade da PB entre tratamentos. O tratamento testemunha apresentou o maior coeficiente de digestibilidade (75.62%), sendo superior a todos os demais. Os tratamentos com a inclusão de 15 e 30% de mandioca foram semelhantes entre si e o tratamento com 45% de mandioca apresentou a menor digestibilidade (67.39%), sendo 8 pontos percentuais inferior ao tratamento testemunha. A menor digestibilidade com a inclusão de 15 e 30% de mandioca pode ter ocorrido em função de um maior escape de N do rúmen em consequência do maior consumo de MO nestes dois tratamentos. Com a inclusão de 45% de mandioca, a menor digestibilidade pode estar relacionada a distúrbios no ambiente ruminal provocados pelo alto consumo de amido. Zinn e Owens (1983) observaram que o aumento nos níveis de consumo resultou em um aumento crescente no fluxo total de N para os intestinos. Segundo os autores, o aumento da passagem de N por modificações químicas ou físicas pode deprimir a digestão pós-ruminal da proteína. Segundo Waldo e Goering (1979), a taxa na qual os vários componentes nitrogenados do alimento são solubilizados depende de numerosas características físico-químicas, como o pH ruminal. É possível que o decréscimo na digestibilidade aparente da PB seja devido a uma maior excreção de N microbiano e endógeno nas fezes devido a um aumento da fermentação do amido da mandioca no intestino grosso. Øskov et al. (1969),

trabalhando com milho, observaram uma maior passagem de amido pelo rúmen com um aumento da fermentação no intestino grosso. Este aumento da fermentação de carboidratos no seco, seria responsável por um aumento na excreção de N microbiano e, tal vez, também por um aumento na excreção total de N nas fezes.

Observou-se diferença ($P < .01$) na digestibilidade da parede celular entre os tratamentos testados. O tratamento testemunha apresentou a maior digestibilidade (63.48%) sendo superior aos tratamentos com a inclusão de 30 e 45% de mandioca que apresentaram digestibilidade de 52.71 e 45.88%, respectivamente. A digestibilidade do tratamento com a inclusão de 15% de mandioca foi semelhante à do tratamento testemunha. El-Shazly et al. (1961) observaram uma grande depressão na digestibilidade de celulose quando altas concentrações de amido foram adicionadas a substratos com celulose *in vitro*. Atribuíram o fato primeiramente a uma competição entre bacterias celulolíticas e amilolíticas pelos nutrientes e citam a possibilidade de ser devido a um rebaixamento no pH em função da produção de ácidos pela fermentação do amido. Mould e Øskov (1983) observaram que a celulólise ruminal parece ser inibida por dois fatores: o baixo pH ruminal e a disponibilidade de uma fonte energética prontamente fermentável. Mertens e Loften (1980) sugerem que o principal mecanismo para a depressão *in vivo* da fibra, associado à adição de amido na dieta é a redução da atividade celulolítica pelas condições ácidas associadas à rápida fermentação do amido uma vez que, segundo Stewart (1977), citado por estes autores, a celulase é sensível à acidez. A significativa diminuição na digestibilidade da parede celular observada com a inclusão de 30 e 45% de mandioca na dieta provavelmente seja devida à alterações

apresentadas no ambiente ruminal, principalmente variações no pH.

Em relação à digestibilidade do amido foi observada diferença ($P < .01$) entre o tratamento testemunha onde a digestibilidade foi de 91.72% e os tratamentos com a inclusão de 15, 30 e 45% de mandioca. Estes tratamentos foram semelhantes entre si e apresentaram digestibilidades médias de 97.80, 98.76 e 98.58%, respectivamente. Nos tratamentos onde foi incluída a mandioca como suplemento, a digestibilidade do amido foi praticamente total ao longo do trato gastro-intestinal. Axe et al. (1987), trabalhando com grão de trigo, observaram uma digestibilidade média de 99.8% para o amido em todo o trato gastro-intestinal.

Conclusões

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que o presente trabalho experimental foi desenvolvido, pode-se concluir que o consumo de amido diminuiu o consumo da dieta basal de feno bem como a digestibilidade aparente da parede celular e da proteína bruta. A suplementação de mandioca a níveis superiores a 30% na dieta não é o recomendado, pois ocorre redução no consumo de MO total. O amido da mandioca foi praticamente digerido ao longo do trato gastro-intestinal.

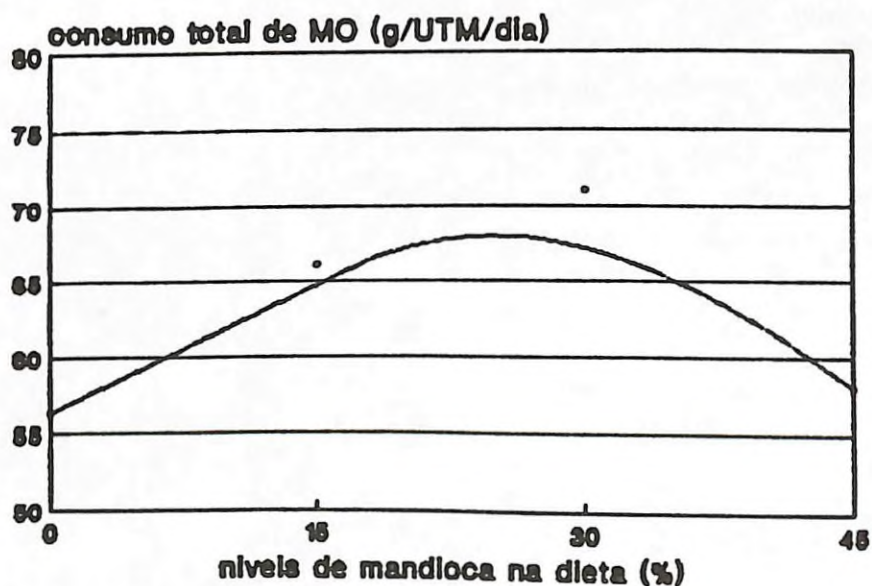


FIGURA 1. Consumo total de matéria orgânica (MO) em g/UTM/dia em função dos níveis de mandioca na dieta.

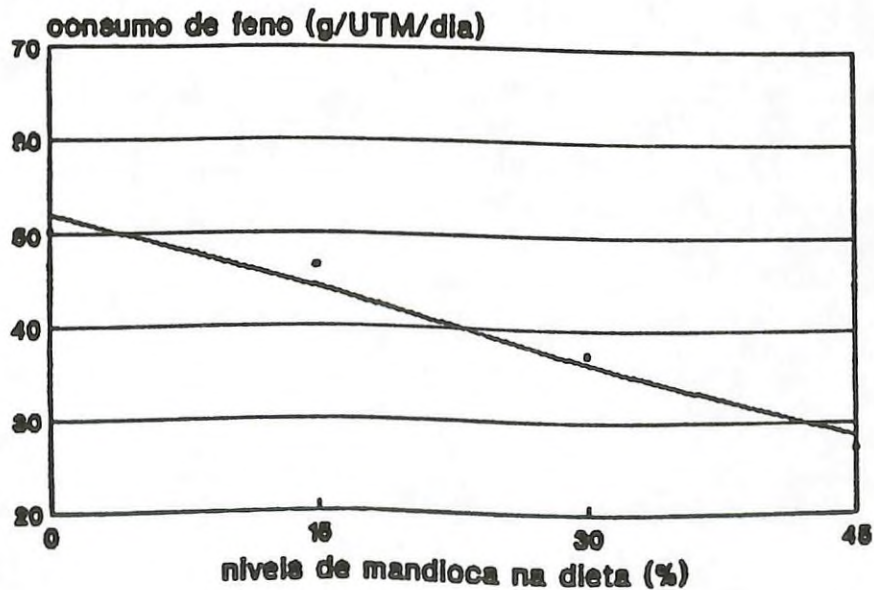


FIGURA 2. Consumo total de feno em g/UTM/dia em função dos níveis de mandioca na dieta.

Literatura Citada

- AOAC, 1975. Official Methods of Analysis (12 th ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Axe, D.E., K.K. Bolsen, D.L. Harmon, R.W. Lee, G.A. Miliken, and T.B. Avery. 1987. Effect of wheat and high-moisture sorghum grain fed singly and in combination on ruminal fermentation, solid and liquid flow, site and extent of digestion and feeding performance of cattle. *J. Anim. Sci.* 64:897
- Crabtree, J.R. and G. L. Williams. 1971. The voluntary intake and utilization of roughage-concentrate diets by sheep. *Anim. Prod.* 13:71
- El-Shazly, K., B.A. Dehority, and R.R. Johnson. 1961. Effect of starch on the digestion of cellulose "in vitro" and "in vivo" by rumen microorganisms. *J. Anim. Sci.* 20:268
- Goering, H. K., and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agric. Handbook.* 379. ARS, USDA, Washington, D.C.
- Kartchner, R.J. 1980. Effects of protein and energy supplementation of cows grazing native winter range forage on intake and digestibility. *J. Anim. Sci.* 51:432
- Kartchner, R.J., and B. Theurer. 1981. Comparison of hydrolysis methods used in feed, digesta, and fecal starch. *J. Agric. Food Chem.* 29:8
- Lusby, K.S, D.R. Stephens, and R. Totusek 1976. Influence of breed and level of winter supplement on forage intake of range cows. *J. Anim. Sci.* 43:543.
- Macrae, J.C., and D.G. Armstrong. 1968. Enzyme method for determination of α -linked glucose polymers in biological materials. *J. Sci. Food. Agric.* 19:578
- Mertens, D.R., and J. R. Loften. 1980. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. *J. Dairy Sci.* 63:1437
- Mould, F.L., and E. R. Øskov. 1983. Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulolysis in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 10:1
- Mulholland J. G. , J. B. Coombe, and W.R. McManus. 1976. Effect of starch on the utilization by sheep of a straw diet supplemented with urea and minerals. *Aust. J. Agric. Res.* 27:139
- Øskov, E.R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63:1624
- Øskov, E.R., C. Fraser, and R.N. B. Kay. 1969. Dietary factors influencing the digestion of starch in the rumen and small and large intestine of early weaned lambs. *Br. J. Nutr.* 23:217.
- Rittenhouse, L.R., D.C. Clanton, and C.L. Sreeter. 1970. Intake and digestibility of winter-range forage by cattle with and without supplements. *J. Anim. Sci.* 31:1215.
- Thompson, F. and G.E. Lamming. 1969. The flow of digesta, dry matter and

starch to the duodenum in sheep given rations containing straw of varying particle size. *Br. J. Nutr.* 23:391.

Waldo, D.R. 1973. Extent and partition of cereal grain starch digestion in ruminants. *J. Anim. Sci.* 37:1062

Waldo, D.R. and H. K. Goering. 1979. Insolubility of protein in ruminant feeds by four methods. *J. Anim. Sci.* 49:1560

Weston, R. H. 1988. Factors limiting the intake of feed by sheep. The effects of concentrate supplements on the voluntary consumption and digestion of a medium quality roughage. *Aust. J. Agric. Res.* 39:255

Zinn, R. A., and F. N. Owens. 1983. Influence of feed intake level on site of digestion in steers fed a high concentrate diet. *J. Anim. Sci.* 56:471