



Utilização da raiz de mandioca sobre a digestibilidade e comportamento ingestivo de cabras Saanen em lactação

Maria Josilaine Matos dos Santos Silva*, Francisco Fernando Ramos de Carvalho, Ângela Maria Vieira Batista, Adriana Guim, Nara Nancy Nascimento Fonseca e Verônica Maria Silva da Costa

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: lainematos@hotmail.com

RESUMO. Foram estudados os efeitos da inclusão da raiz de mandioca em substituição ao milho sobre a digestibilidade dos nutrientes e comportamento ingestivo de cabras leiteiras de raça Saanen alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. Foram utilizadas cinco cabras lactantes com produção média de 2 kg de leite dia⁻¹, distribuídas em um quadrado latino 5 x 5, com cinco níveis de inclusão de raiz de mandioca (0, 10, 20, 30 e 40%) em substituição ao milho. A digestibilidade aparente da MS, PB, MO, EE, CHOT não foi influenciada pelos níveis de substituição do milho triturado por raiz de mandioca. A digestibilidade aparente da FDN diminuiu linearmente em função do aumento de raiz de mandioca nas dietas. A digestibilidade aparente dos CNF aumentou linearmente com o aumento de raiz de mandioca nas dietas. O comportamento ingestivo não sofreu influência da inclusão da raiz em substituição ao milho nos níveis estudados. A substituição do milho triturado pela raiz de mandioca não interfere na digestibilidade e no comportamento ingestivo de cabras em lactação.

Palavras-chave: amido, carboidratos não fibrosos, mastigação, ruminação.

Use of cassava replacing corn on the digestibility and ingestive behavior of lactating Saanen goats

ABSTRACT. It was studied the effects of inclusion of cassava in substitution of corn on nutrient digestibility and ingestive behavior of dairy goats of Saanen breed fed diets based on cane sugar. It was used five lactating goats with average production of 2 kg of milk per day allotted to 5 x 5 Latin square design with five levels of inclusion of cassava (0, 10, 20, 30 and 40%) replacing corn. The apparent digestibility of DM, CP, OM, TC was not affected by the replacement levels of ground corn for cassava. The apparent digestibility of the NDF fraction decreased linearly with the increase of cassava in diets. The apparent digestibility of NFC increased linearly with the increase of cassava in the diets. Feed behavior in all studied variables did not influence the inclusion of cassava in place of corn. The replacement of cracked corn by cassava did not affect the digestibility, and chewing behavior of lactation goats.

Keywords: starch, non-fibrous carbohydrates, chewing, ruminating.

Introdução

O uso de concentrado na alimentação de caprinos leiteiros é primordial para a produção de leite e é fornecido o ano inteiro ou somente no período de escassez de forragem. Dentre os grãos, o milho se destaca como fonte de energia por ser rico em carboidratos não fibrosos. Todavia, a distância entre a região Nordeste do Brasil e os centros produtores de grãos aumenta o custo da produção de leite por haver a necessidade de importação de grãos com preços proibitivos. Outro fator a ser considerado é que o milho é uma *commodity*, seu preço oscila de acordo com o comércio internacional. Deve-se ainda considerar que o milho também participa da alimentação humana influenciando na disponibilidade e preço deste

alimento, havendo necessidade de buscar alimentos alternativos para substituí-lo.

Neste sentido, a mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) e seus derivados podem substituir o milho, pois apresenta grande adaptabilidade a diferentes ecossistemas, possibilitando seu cultivo em praticamente todo o território nacional. A mandioca é produzida em todo o Brasil e sua produção nacional em 2009 foi de 226,03 milhões de toneladas. No Nordeste brasileiro, o estado da Bahia é o maior produtor (4,35 milhões de toneladas) seguido pelo estado Maranhão com produção de 1,28 milhões de toneladas (IBGE, 2010).

A raiz de mandioca possui 87,5% de matéria seca, 3,3% de proteína bruta, 3,0% de matéria mineral,

0,7% de extrato etéreo, 19,1% de fibra em detergente neutro e 9,7% de fibra em detergente ácido (VALADARES FILHO et al., 2002), no entanto, os valores da composição química podem variar de acordo como nível tecnológico da indústria, qualidade da mão-de-obra, metodologia de análise, proporção de casca e polpa, assim como as variedades da planta.

Apesar da possibilidade de uso da mandioca na alimentação animal, poucos são os trabalhos encontrados na literatura com o aproveitamento da mandioca e seus derivados na alimentação de caprinos.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a digestibilidade dos nutrientes e o comportamento ingestivo de cabras leiteiras de raça Saanen alimentadas com dietas empregando raiz de mandioca em substituição ao milho triturado.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco. Foram utilizadas cinco cabras leiteiras de segunda cria da raça Saanen com 6 semanas de lactação.

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino (5 x 5), com cinco animais, cinco níveis (0, 10, 20, 30 e 40%) de inclusão de Raiz de mandioca em substituição ao milho triturado e cinco períodos experimentais. Cada período experimental teve a duração de 19 dias, sendo 14 dias para adaptação dos animais às dietas e cinco, para coleta de dados e amostras.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, à vontade, às 7h 30 min. e 15h 30 min., de modo a permitir sobra de 15 a 20% do total da matéria seca fornecida.

As dietas foram formuladas de acordo com o NRC (2007) (Tabela 1), para atender às exigências de cabras em lactação, com peso médio de 43 kg, com produção de 2,0 kg de leite por dia e percentual de gordura no leite de 3,5%.

A cana-de-açúcar (variedade CO 332) foi picada em máquina forrageira e misturada aos demais ingredientes no momento do fornecimento na forma de ração completa. Apresentou a seguinte composição química: 25,17% de matéria seca, 1,30% de proteína bruta, 51,52% de fibra em detergente neutro, 30,55% de fibra em detergente ácido e 44,72% de carboidratos não fibrosos. O milho foi adquirido na forma de grão e moído finamente, apresentou 86,46% de matéria seca, 9,02% de proteína bruta, 11,76% de fibra em detergente neutro e 72,91% de carboidratos não fibrosos.

Tabela 1. Níveis de participação dos alimentos e composição química das dietas experimentais.

Ingredientes	Níveis de Raiz de Mandioca				
	0	10	20	30	40
	Proporção dos Ingredientes (% na MS)				
Cana-de-açúcar	42,92	42,26	41,27	39,96	39,67
Raiz de Mandioca	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
Milho Triturado	40,00	30,00	20,00	10,00	0,00
Farelo de Soja	14,01	13,90	13,99	14,69	14,65
Óleo Vegetal	1,11	1,60	2,20	2,69	3,00
Sal Mineral	1,02	1,00	1,01	0,98	0,79
Uréia	0,85	1,13	1,32	1,50	1,70
Sulfato de Amônio	0,10	0,10	0,20	0,19	0,20
Nutrientes (% da MS)	Composição Química				
Matéria Seca (%)	42,32	42,69	43,22	43,76	44,24
Proteína Bruta	14,02	14,12	14,07	14,06	14,03
Matéria Orgânica	96,16	96,03	95,84	95,66	95,68
Matéria Mineral	3,84	3,97	4,16	4,34	4,32
Extrato Etéreo	3,46	3,64	3,92	4,10	4,09
Fibra em Detergente Neutro	29,32	28,45	27,47	26,80	25,55
Fibra em Detergente Ácido	15,25	15,21	15,09	14,90	14,94
Carboidratos Totais	80,55	80,68	80,60	80,41	80,85
Carboidrato não Fibroso	51,27	52,25	53,15	54,02	55,17
Nutrientes Digestíveis Totais*	61,34	65,23	65,32	66,43	66,17

MS – Matéria seca. *Estimado pela equação de Sniffen et al. (1992).

A Raiz de Mandioca consistiu da raiz integral da mandioca, incluindo a casca. A mandioca foi adquirida já lavada daí procedeu-se imediatamente o corte da mesma manualmente com uso de faca para facilitar o processo seguinte, que foi passar em máquina forrageira, a qual permitiu variação de tamanho de partícula de pó a de 3 cm. Logo em seguida este material foi exposto ao sol em lonas e revolvidos várias vezes ao dia até atingir o ponto de giz, em torno de 3 dias. Durante a noite a raiz de mandioca em processo de secagem era recolhida e armazenada em local coberto e fechado para evitar ser contaminada ou consumida por animais. A raiz de mandioca apresentou 86,17% de matéria seca, 2,12% de proteína bruta, 6,88% de fibra em detergente neutro, 4,62% de fibra em detergente ácido e 86,19% de carboidratos não fibrosos.

Durante o período de coleta de dados (cinco dias) foram retiradas amostras dos alimentos e das sobras, antes do fornecimento da refeição da manhã. Ao final de cada período, as amostras de sobras foram misturadas de acordo com o tratamento, por período e por animal, perfazendo amostras compostas de cada período, e armazenadas em freezer para serem submetidas às análises laboratoriais.

As análises laboratoriais dos alimentos e sobras foram realizadas no Laboratório de Nutrição da UFRPE, segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002), para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e estimativa da matéria orgânica (MO).

Para estimativa do teor de carboidratos totais (CHT), foi utilizada a equação descrita por Sniffen et al. (1992): $CHT = 100 - (\%PB + \%EE + \%CINZAS)$ e para carboidratos não-fibrosos (CNF) descrita por Mertens (1997): $CNF = 100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%CINZAS)$.

A equação descrita por Sniffen et al. (1992) foi utilizada para o cálculo do percentual de nutrientes digestíveis totais das dietas, $NDT (\%) = (\text{Consumo de } NDT / \text{Consumo de } MS) \times 100$.

As fezes foram recolhidas em recipientes plásticos no momento em que os animais defecavam, nos três últimos dias do período de coleta, das 7 às 17 horas. Ao final de cada dia de coleta, as fezes foram colocadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer para posterior análise. Foram formadas amostras compostas por animal com o total das fezes coletadas, as quais foram pré-secas em estufa ventilada a 65°C, por 72 horas, e moídas em moinho com peneira de crivo de 1 mm para a realização das análises laboratoriais e de 2mm para serem incubadas. Para avaliação da digestibilidade dos nutrientes a estimativa da produção de matéria seca fecal (PMSF) foi obtida através da utilização da fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), como indicador interno, conforme Berchielli et al. (2000), exceto a incubação que foi *in situ*.

As sobras, alimentos e fezes foram incubados no rúmen de um búfalo macho adulto por 240 horas, este período permite, possivelmente, que não haja interferência da espécie sobre a degradabilidade dos nutrientes. As massas das amostras colocadas nos sacos de ANKON foram de 1,0 g para os alimentos e 0,52 g para as fezes e sobras. O material restante nos sacos foi submetido à análise de fibra em detergente ácido, e o resíduo considerado FDAi. Para o cálculo da PMSF foi utilizada a equação: $PMSF (kg) = \text{Consumo do indicador (kg)} / \text{Concentração do indicador nas fezes (\%)}$. O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes foi calculado como descrito por Silva e Leão (1979): $CDA = \text{Consumo de nutrientes} / \text{consumo de nutrientes (kg)} - \text{nutrientes nas fezes (kg)}$.

As observações comportamentais foram realizadas visualmente pelo método de varredura instantânea em intervalos de cinco minutos, utilizando-se a metodologia proposta por Johnson e Combs (1991) adaptada para um período de 24 horas. As observações foram iniciadas às 7h da manhã indo até às 7h da manhã seguinte no primeiro dia de coleta. O galpão foi mantido sob iluminação artificial à noite durante todo o experimento.

As variáveis comportamentais observadas foram: ócio em pé (OEP), ócio deitado (OD), em pé

comendo (EPC), deitado ruminando (DR), e a preferência pelo lado de deitar. Foi ainda observado o número de vezes que os animais defecavam, urinavam e bebiam água.

A eficiência de ruminação em função da MS (ERUms, g MS h⁻¹) e da FDN (ERUfdn, g FDN h⁻¹), eficiência de alimentação (EAL, g MS h⁻¹), o tempo de alimentação (TAL, h dia⁻¹), tempo de ruminação total (TRU, h dia⁻¹) e tempo de mastigação total (TMT, h dia⁻¹) foram obtidos conforme a metodologia de Bürger et al. (2000) sendo calculados pelas equações descritas: $EAL (g MS h^{-1}) = CMS / TAL$, $ERUMS (g MS h^{-1}) = CMS / TRU$, $ERUFDN (g FDN h^{-1}) = CFDN / TRU$, $TMT (h dia^{-1}) = TAL + TRU$.

O tempo de mastigação merícica por bolo ruminado (MMtb, s bolo⁻¹), número de mastigações merícicas (MMnd, n° dia⁻¹), número de mastigações merícicas por bolo (MMnb, n° bolo⁻¹) e número de bolos ruminais (Bolos, n° dia⁻¹) (POLLI et al., 1996) foram registrados utilizando-se cronômetro digital em dois períodos: das 10 às 12h e 4 às 6h. Foram tomadas três amostras de 15 segundos durante a mastigação merícica (MMseg) e multiplicadas por quatro para obtenção da média de mastigação em minuto (MMmin.), de acordo com as fórmulas: $Bolos (n^{\circ} dia^{-1}) = TRU / MMtb$, $MMtb (seg bolo^{-1}) = TM / Nbolos$, $MMnd (n^{\circ} dia^{-1}) = MMmin \times TRU$, $MMnb (n^{\circ} bolo^{-1}) = MMtb \times MMmin$.

Os dados de digestibilidade de nutrientes e comportamento ingestivo foram submetidos à análise de variância e regressão com 5% de significância de probabilidade utilizando o SAEG 8.0 (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) da Universidade Federal de Viçosa (SAEG, 1998).

Os critérios utilizados para escolha do modelo foram à significância dos coeficientes de regressão, e o coeficiente de determinação (R²), obtido pela relação entre a soma dos quadrados da regressão e a soma de quadrados dos tratamentos.

Resultados e discussão

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, matéria orgânica e carboidratos totais não foram influenciados ($p > 0,005$) pelos níveis de inclusão da raiz de mandioca em substituição ao milho (Tabela 2). A baixa digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar possivelmente favoreceu a menor digestibilidade das dietas, posto que este alimento foi fornecido na mesma proporção, em torno de 41%.

O consumo de matéria seca apresentou comportamento quadrático com médias de 1,706; 1,511; 1,473; 1,588 e 1,656 kg dia⁻¹, possivelmente em virtude da cana-de-açúcar ser responsável pela

Tabela 2. Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas experimentais.

Nutrientes (%)	Níveis de Raiz de Mandioca					CV (%)	Médias	R ²	Efeito Linear
	0	10	20	30	40				
Matéria Seca	56,95	61,71	57,21	61,04	60,22	9,89	59,43	-	ns
Proteína Bruta	67,58	65,42	60,89	62,51	63,43	12,26	63,97	-	ns
Matéria Orgânica	58,36	62,80	58,99	62,87	61,65	12,00	60,93	-	ns
Fibra em Detergente Neutro	53,94	52,80	44,91	42,85	36,30	12,03	1	0,95	<0,001
Carboidratos Totais	56,52	62,77	59,18	62,81	62,81	8,69	60,82	-	ns
Carboidratos Não Fibrosos	86,16	91,77	91,66	92,94	95,33	5,12	2	0,84	0,013

CV - Coeficiente de variação, R² Coeficiente de determinação, ER - Equações de regressão: 1 $\bar{Y} = 55,203 - 0,4522x$, 2 $\bar{Y} = 87,674 + 0,1949x$.

menor pulverulência causada pela raiz de mandioca por ter alta umidade (74,83%), o acréscimo de óleo vegetal, provavelmente, contribuiu ainda mais com a menor quantidade de pó produzido e favoreceu o consumo de nutrientes a partir do nível de 20% de substituição de raiz de mandioca. Contudo, é possível que o consumo dos nutrientes não tenha afetado ($p > 0,05$) a digestibilidade dos mesmos.

A substituição do milho por raiz de mandioca na dieta de cabras em lactação não influenciou ($p > 0,05$) a digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, matéria orgânica e carboidratos totais, que apresentaram valores médios de 59,43; 63,97; 60,93 e 60,82, respectivamente. O coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (FDN) decresceu linearmente enquanto o coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos (CNF) apresentou efeito linear crescente ($p > 0,05$) com a substituição do milho pela raiz de mandioca. Contudo, Martins et al. (2000) observaram maior coeficiente de digestibilidade aparente na dieta que continha raiz de mandioca ao invés de milho, devido a maior de degradação da raiz de mandioca em relação ao milho. Smith et al. (1991), em estudo para avaliar a degradabilidade ruminal *in situ* de alguns alimentos, observaram 82 e 77%, respectivamente, para degradabilidade potencial da MS da casca de mandioca moída (1 mm) e do milho moído (1 mm). Aroeira et al. (1996) encontraram elevado valor para a degradabilidade potencial da MS da raiz de mandioca (96%).

A raiz de mandioca apresentou tamanhos variando de pó até em torno de 3 cm e o milho foi moído finamente. O milho apresenta amido de menor degradabilidade no rúmen quando comparado com a raiz de mandioca (ZEOULA et al., 1999), mas por estar finamente moído pode ter tido a degradabilidade aumentada, se aproximando à digestibilidade da raiz de mandioca. Medina et al. (2009) observaram maior digestibilidade da dieta constituída de silagem de maniçoba e milho triturado quando comparada com a mesma silagem acrescida de raiz de mandioca ou farelo de palma. Estas últimas apresentaram resultado de digestibilidade aparente semelhante, os autores atribuem este resultado à baixa digestibilidade *in vitro* da silagem de milho que em combinação com os alimentos diminuiu a digestibilidade dos nutrientes,

além disso, diferentemente da raiz de mandioca utilizada neste experimento com 6,88% da FDN e 4,62% da FDA, apresentava alto teores destas frações (29,29 e 24,05%, respectivamente).

O coeficiente de digestibilidade aparente da FDN diminuiu linearmente em função dos níveis de inclusão de raiz de mandioca em substituição ao milho triturado. O alto teor de CNF nas dietas pode ter diminuído a digestibilidade da FDN, uma vez que favorece aumento das bactérias produtoras de ácido lático que são responsáveis pelo abaixamento do pH ruminal interferindo negativamente na síntese de bactérias celulolíticas utilizadoras da celulose e hemicelulose, constituintes da FDN. Outra razão seria o aumento de óleo vegetal à medida que foi incluída raiz de mandioca nas dietas estudadas na tentativa de mantê-las isoenergéticas no momento em que foram formuladas, contudo ao final da realização do experimento e das análises laboratoriais observou-se que o óleo vegetal ficou acima do esperado, contudo as dietas mantiveram-se com teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) estatisticamente semelhantes. É importante considerar que o óleo dificulta a adesão das bactérias às frações fibrosas da dieta e conseqüentemente diminui a digestibilidade destes constituintes.

Os níveis de inclusão de raiz de mandioca em substituição ao milho influenciaram positivamente o coeficiente de digestibilidade aparente dos CNF, apresentando efeito linear crescente. Os próprios constituintes dos CNF apresentam alta degradação, aliado a isto, o resultado da utilização destes nutrientes pelos microrganismos produz ácido lático, principalmente em dietas com baixa fibra fisicamente efetiva, diminuindo o pH ruminal de forma a favorecer o desenvolvimento de microrganismos que utilizam como substrato os carboidratos não fibrosos. Sendo uma situação inversa a observada quanto à digestibilidade da FDN.

Em relação às observações relacionadas ao comportamento ingestivo dos animais (Tabela 3), os tempos de alimentação (TAL), ruminação (TRU) e mastigação total (TMT) não foram influenciados ($p > 0,005$) pela inclusão de raiz de mandioca em substituição ao milho.

Tabela 3. Comportamentos ingestivo de cabras leiteiras Saanen em função dos níveis de substituição de grão milho triturado por raiz de mandioca.

Varáveis	Níveis de Raiz de Mandioca					CV (%)	Médias	Efeito Linear
	0	10	20	30	40			
TRU (min. dia ⁻¹)	551	516	484	468	514	15,48	506	ns
TAL (min. dia ⁻¹)	236	228	224	240	218	27,15	229	ns
TO (min. dia ⁻¹)	653	696	731	698	707	11,13	697	ns
TMT (min. dia ⁻¹)	787	744	708	708	732	13,20	736	ns
EAL (g MS ⁻¹ min. ⁻¹)	10,29	9,23	8,89	8,89	10,43	27,33	9,55	ns
ERU _{MS} (g MS ⁻¹ min. ⁻¹)	4,30	4,79	4,07	4,58	4,24	16,71	4,40	ns
ERU _{FDN} (g FDN ⁻¹ min. ⁻¹)	1,16	0,94	0,99	1,01	0,92	19,47	1,00	ns
DR (min. dia ⁻¹)	486	482	448	408	464	20,81	458	ns
DO (min. dia ⁻¹)	442	508	520	515	507	14,81	498	ns

CV- Coeficiente de variação, FND- fibra em detergente neutro, TRU- tempo de ruminação, TAL- tempo de alimentação, TO- tempo de ócio, TMT- tempo de mastigação total, EAL- eficiência de alimentação, ERU_{MS}- eficiência de ruminação da matéria seca, ERU_{FDN} - eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro, DR- deitado ruminante, DO- deitado em ócio.

A fonte de volumoso ou a fibra fisicamente efetiva são os principais fatores que atuam sobre as atividades comportamentais de consumo, ruminação e ócio, sendo confirmado por Carvalho et al. (2006). Esses autores observaram aumento linear nos tempo de alimentação e ruminação com redução no tempo de ócio quando forneceram dietas com diferentes níveis (20, 27, 34, 41 ou 48%) de fibra em detergente neutro proveniente de forragem (FDNF) para cabras Alpinas em lactação.

Neste trabalho, as proporções de cana-de-açúcar, como fonte volumosa, foram semelhantes, em todas as dietas, o que contribuiu para as respostas encontradas em relação as atividades comportamentais de alimentação, ruminação e ócio. Tanto o milho quanto a raiz de mandioca apresentam baixa fibra fisicamente efetiva, com isso, possivelmente, a substituição de um alimento pelo outro não alterou o comportamento ingestivo, uma vez que a fibra é o principal responsável por estas atividades principalmente ruminação.

O consumo de matéria seca apresentou comportamento quadrático com médias de 1,706; 1,511; 1,473; 1,588 e 1,656 kg por dia sem alterar o tempo de alimentação, possivelmente, a pulverulência causada pela raiz de mandioca incomodou os animais no momento em que se alimentavam fazendo com que os mesmo consumissem pouco num mesmo período de tempo em que os animais se alimentaram com nível superior a 20% de raiz de mandioca nas dietas com inclusão de 2,2% de óleo vegetal, o que favoreceu a diminuição da pulverulência da raiz de mandioca.

O valor médio de TAL observado neste estudo foi de 228,68 min. dia⁻¹, onde as dietas apresentaram 41% de cana-de-açúcar e 27,52% de FDN, ficando próximo aos valores observados por Carvalho et al. (2006), estudando níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem (FDNF) com o TAL dos animais de 235,72 min. dia⁻¹ e por Mendonça et al. (2004) avaliando dieta com 50% de cana-de-açúcar obtiveram resultados aproximados para o TAL 249,6 min. dia⁻¹. Conforme Cardoso et al. (2006) nível inferior a 44% de FDN na dieta

não exerce influência sobre os tempos despendidos pelos animais em ingestão, ruminação e ócio.

Em relação ao tempo gasto com a ruminação e o ócio, não foram afetados pelos tratamentos ($p > 0,005$) e se encontram próximos aos resultados da literatura para deitas com teor de FDN (CARDOSO et al., 2006), relação volumoso:concentrado e dietas com alimento rico em açúcares solúveis como o da cana-de-açúcar (MENDONÇA et al., 2004).

Carvalho et al. (2008) não observaram efeito sobre os tempos de alimentação, ruminação e ócio em ovinos com adição de farelo de cacau na dieta, registrando valores médios de 301,88; 466,88 e 671,25 minutos, respectivamente. Os autores atribuíram esses resultados ao fato das dietas serem isoprotéicas (16% de PB), e apresentavam pequenas variações nos teores de fibra, em média 38% de FDN. Ou seja, quando as dietas guardam similaridade, como foi observado no presente trabalho, nenhuma ou poucas alterações podem ser esperadas para essas variáveis.

A mastigação total está diretamente relacionada aos tempos de alimentação e ruminação. Assim, as médias obtidas são efeito da distribuição de ambas as atividades durante o dia e não foram influenciadas pelos níveis de inclusão de raiz de mandioca em substituição ao milho da mesma forma que o TRU e o TAL. Os tempos de alimentação e ruminação se encontram próximos aos encontrados por Mendonça et al. (2004).

A eficiência de alimentação de matéria seca, de ruminação de matéria seca e de fibra em detergente neutro não foram influenciadas ($p > 0,005$) pelos níveis de inclusão da raiz de mandioca em substituição do milho. Neste estudo, os animais consumiram próximo de 3 g de MS por minuto. Ribeiro et al. (2006) obtiveram eficiências semelhantes quando avaliaram alimentação à vontade (3,16 g MS min.⁻¹) e restrita (2,74 g MS min.⁻¹) para caprinos.

Os animais passaram em torno de 960 minutos deitados, 463 minutos ruminando e 497 minutos em ócio num período de 24 horas. Estes resultados foram o dobro dos observados por Ribeiro et al. (2006) essa diferença pode ser em função dos animais deste estudo serem de aptidão leiteira caracterizados por serem

animais mais quietos que os caprinos de corte utilizados por Ribeiro et al. (2006). Outra razão pode ter sido a repleção ruminal causada pela cana-de-açúcar e justificada pela digestibilidade da MS considerada baixa (59,43%), o que induziu os animais a ficarem mais tempo deitados em ócio ou ruminando.

Durante as 24 horas do dia e para todos os tratamentos os animais não apresentaram picos definidos de alimentação, demonstrando que se alimentaram em pequenas porções várias vezes ao dia. Entre a meia noite e 7 horas (antes da refeição da manhã) os animais passaram menos tempo se alimentando, como é esperado, e logo após o fornecimento das refeições às 7 e 15h seguindo até as 21h passaram mais tempo se alimentando, como pode ser observado na Figura 1.

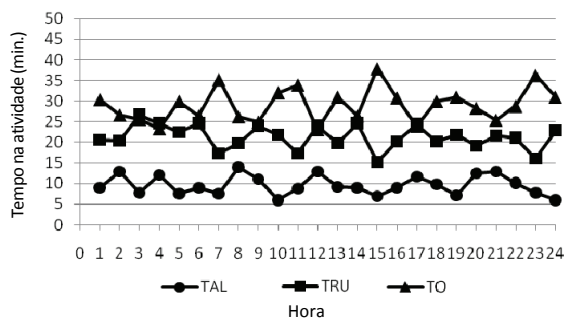


Figura 1. Tempos de alimentação, ócio e ruminção de cabras leiteiras Saanen durante 24 horas.

A maior frequência de alimentação observada neste trabalho, possivelmente, foi decorrente da capacidade dos caprinos se adaptarem às alterações ruminais causadas por nutrientes presentes nas dietas, neste caso o alto teor de carboidratos não fibrosos provenientes da cana-de-açúcar, milho e raiz de mandioca.

Resultado diferente foi observado por Ribeiro et al. (2006), que observaram picos distintos de alimentação, ruminção e ócio, destacando a ruminção mais ativa no período da noite e durante a madrugada. Resultados semelhantes foram observados por Tavares et al. (2005) cujo trabalho tinha como fonte de fibra feno, responsável por maior FDNfe, quando comparados com as dietas utilizadas neste estudo.

De acordo com Leek (2006), a incidência da ruminção possui ritmo circadiano e encontra-se mais

comumente associada com o estado de sonolência, ocorrendo mais intensamente durante a noite.

A presença do alimento regurgitado evoca os movimentos típicos, lentos e regulares da mastigação.

Através do comportamento ingestivo, foi possível avaliar a influência do alimento sobre o ambiente ruminal por meio da mastigação merérica, que ocorre durante a remastigação e salivção do bolo alimentar, processos realizados na ruminção.

As variáveis, números de bolos (n° dia $^{-1}$), tempo de mastigação merérica por bolo ruminal (MMtb s bolo $^{-1}$) e número de mastigação merérica por bolo (MMnb n° bolo $^{-1}$) não foram influenciadas ($p > 0,005$) pela substituição do milho por raiz de mandioca (Tabela 4).

Segundo Furlan et al. (2006), normalmente são ruminados, por dia, cerca de 360 a 790 bolos alimentares, podendo ocorrer de 40 a 70 movimentos mandibulares em períodos de 45 a 60 segundos. O número de bolos ruminais, neste estudo, apresentou-se acima do previsto por Furlan et al. (2006), a possível razão para o maior número de bolos ruminais foi a maior frequência de alimentação, pois os animais se alimentaram em pequenas refeições, proporcionando comportamento semelhante na atividade de ruminção; contudo o tempo de mastigação merérica por bolo, em segundos por dia, foi baixo.

O número de mastigações meréricas observado ficou menor que os observados em outros trabalhos. Bürger et al. (2000), avaliando níveis de concentrado para bezerros holandês, observaram de 31.890,0 (30%) a 15.670,0 (90%) mastigações por dia. O resultado obtido com 90% de concentrado está semelhante ao deste estudo; todavia, o autor não informa o percentual de FDN ou FDNfe.

O tempo de mastigação merérica por bolo apresentou média de 43,27s e está dentro do que foi sugerido por Furlan et al. (2006). As características principais das dietas experimentais e que mais poderiam afetar os padrões de ruminção estão associadas à proporção da fração fibrosa em relação aos carboidratos não fibrosos. O baixo FDN e alto CNF fizeram com que os animais se alimentassem com várias refeições ao longo do dia, com conseqüente aumento no número de bolos ruminais, porém o tempo despendido na mastigação merérica para cada bolo ruminal foi baixo.

Tabela 4. Número e tamanho dos bolos ruminais e das mastigações meréricas das cabras leiteiras em função das dietas.

Variáveis	Níveis de Raiz de Mandioca					CV(%)	Médias	Efeito Linear
	0	10	20	30	40			
NBR (n° dia $^{-1}$)	809,07	903,88	716,65	911,68	711,48	36,20	810,55	ns
MMtb (s bolo $^{-1}$)	44,49	36,79	37,92	32,89	41,11	40,76	38,64	ns
MMnd (n° dia $^{-1}$)	46236	42928	34994	38850	43944	29,57	41390	ns
MMnb (n° dia $^{-1}$)	60,04	49,58	48,81	46,71	59,94	34,50	53,02	ns

CV- Coeficiente de variação, NBR- número de bolos ruminados, MMtb- tempo de mastigação merérica por bolo ruminal, MMnd- número de bolos ruminais por dia, MMnb- número de mastigação merérica por bolo ruminal.

O tempo despendido para as procuras por água e para as atividades fisiológicas fezes e urina não foram influenciadas ($p > 0,005$) pela substituição do milho por raiz de mandioca (Tabela 5).

Tabela 5. Médias das atividades fisiológicas, fezes, urina e procura por água expressa em número de vezes por dia.

Atividades	Níveis de Raiz de Mandioca					CV (%)	Médias	Efeito Linear
	0	10	20	30	40			
Água	2,4	2,2	2,6	2,2	2,4	49,05	2,36	ns
Fezes	17,8	16,4	16,0	22,6	20,2	38,68	18,6	ns
Urina	14,2	8,8	10,4	12,4	11,4	23,74	11,44	ns

CV- Coeficiente de variação.

O número de vezes em que os animais procuraram água durante às 24 horas observadas não sofreu efeito ($p > 0,005$) dos níveis de substituição de milho por raiz de mandioca. Possivelmente, a semelhança na composição química das dietas manteve o tempo despendido para o consumo de água pelos animais aproximado. Outra razão que pode ser considerada é a sacarose das dietas em virtude da presença da cana-de-açúcar em todas as dietas, o que induz o maior consumo de água. Neste trabalho a média observada para procura por água foi de 2,36 ficando 32,6% superior a obtida por Ribeiro et al. (2006), que utilizou nível semelhante de feno de Tifton e observou média de 1,59 para procura por água. O menor número de vezes em que os animais procuram água no período de 18 às 6 horas da manhã do dia seguinte foi provavelmente em função da temperatura mais amena neste período do dia.

Os animais urinaram e defecaram mais no período de 16 às 7 horas resultado dos processos de digestão. Comportamento semelhante foi encontrado por Ribeiro et al. (2006), avaliando o uso de rações restrita e a vontade para caprinos das raças Moxotó e Canindé, contudo, com valores médios 5,4 e 3,8 vezes por dia para fezes e urina, respectivamente, ficando abaixo dos observados neste estudo. Provavelmente, o maior número de vezes que os animais urinaram tenha sido em virtude das dietas apresentarem mais água na sua composição e maior procura por água por parte dos animais.

Tavares et al. (2005), ao avaliar a inclusão de feno (5, 15, 25, 35 e 45%) em substituição da palma forrageira para caprinos da raça Alpina, não observou diferença para as atividades fisiológicas estudadas, resultados semelhantes foram encontrados por Ribeiro et al. (2006), avaliando o uso de rações restrita e a vontade para caprinos das raças Moxotó e Canindé.

Conclusão

Em cabras leiteiras com produção de 2,0 kg de leite dia⁻¹, o milho triturado pode ser completamente

substituído pela raiz de mandioca, pois não interfere no comportamento ingestivo dos animais nem na digestibilidade dos nutrientes, exceto da fibra em detergente neutro que apresentou diminuição na digestibilidade e carboidratos não fibrosos, que teve a digestibilidade aumentada.

Referências

- AROEIRA, L. J. M.; LOPES, F. C. F.; DAYRELL, M. S. Degradabilidade de alguns alimentos no rúmen de vacas Holandês/Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 6, p. 1176-1185, 1996.
- BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C. L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 830-833, 2000.
- BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C. Comportamento ingestivo em bezerras holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.
- CARDOSO, A. R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D. B.; PIRES, C. C.; GASPERIN, B. G.; GARCIA, R. P. A. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 604-609, 2006.
- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.; BRANCO, R. H.; RODRIGUES, C. A. F. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 562-568, 2006.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, R. R.; RIBEIRO, L. S. O.; CHAGAS, D. M. T. Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 660-665, 2008.
- FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 403-421.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. **Levantamento Sistemático de Produção Agrícola**, v. 23, n. 11, p. 1-80, 2010.
- JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 3, p. 933-944, 1991.
- LEEK, B. F. Digestão no estômago do ruminante. In: REECE, W. O. (Ed.). **Dukes**. Fisiologia dos Animais Domésticos. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 404-437.
- MARTINS, A. S. M.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; NASCIMENTO, W. G. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca

- como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 269-277, 2000.
- MEDINA, F. T.; CÂNDICO, M. J. D.; ARAÚJO, G. G. L.; BARROSO, D. D.; CRUZ, M. C. S. Silagem de maniçoba associada a fontes energéticas na alimentação de caprinos: consumo e digestibilidade. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 3, p. 265-269, 2009.
- MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; SOARES, C. A. S.; LANA, R. P.; QUEIROZ, A. C.; ASSIS, A. J.; PEREIRA, M. L. A. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 481-492, 2004.
- MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 8, p. 1463-1469, 1997.
- NRC-Nacional Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007.
- POLLI, V. A.; RESTLE, J.; SENNA, D. B.; ROSA, C. E.; AGUIRRE, L. F.; SILVA, J. H. S. Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 5, p. 987-993, 1996.
- RIBEIRO, V. L.; BATISTA, A. V.; CARVALHO, F. F. R.; AZEVEDO, M.; MATTOS, C. W. M.; ALVES, K. S. Comportamento ingestivo de caprinos Moxotó e Canindé submetidos à alimentação à vontade e restrita. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 3, p. 331-337, 2006.
- SAEG-Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas. **Manual do Usuário Versão 8.0**. Viçosa: UFV, 1998.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.
- SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979.
- SMITH, O. B.; IDOWU, O. A.; ASAOLU, V. O.; ODUNLAMI, O. Comparative rumen degradability of forages, browse, crop residues and agricultural by-products. **Livestock Rural**, v. 3, n. 2, p. 1-7, 1991.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein for evaluating cattle diets, II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.
- TAVARES, A. M. A.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; FERREIRA, M. A.; VIEIRA, E. L.; SILVA, R. F. S. Níveis crescentes de feno em dietas à base de palma forrageira para caprinos em confinamento: comportamento ingestivo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 4, p. 497-504, 2005.
- VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV, 2002.
- ZEOULA, L. M.; MARTINS, A. S.; PRADO, I. N.; ALCALDE, C. R.; BRANCO, A. F.; SANTOS, G. T. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 898-905, 1999.

Received on April 28, 2011.

Accepted on July 25, 2011.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.