



Processamento da casca de mandioca na alimentação de ovinos: desempenho, características de carcaça, morfologia ruminal e eficiência econômica¹

Peter Bitencourt Faria², Jeovane Nascimento Silva², Alisson Queiroz Rodrigues², Priscilla Dutra Teixeira³, Leandra Queiroz de Melo³, Suely de Fátima Costa³, Maira Freitas Marques Rocha³, Alcilene de Abreu Pereira⁴

¹ Fundação de Amparo a Pesquisa de Mato Grosso - FAPEMAT.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT Campus São Vicente, Santo Antonio do Leverger-MT.

³ Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras-MG.

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG Campus Bambui, Bambui-MG.

RESUMO - Avaliou-se o efeito de diferentes formas de processamento da casca de mandioca na alimentação sobre o desempenho e as características de carcaça, a morfologia ruminal e a viabilidade técnico-econômica da criação de ovinos. Foram utilizados 20 ovinos machos da raça Santa Inês, desmamados, com peso inicial de 19,02±0,21 kg e 90 dias de vida. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições por dieta. Durante o período experimental de 84 dias, incluindo 14 dias de adaptação, os animais foram mantidos em sistema de semiconfinamento em pastagem de *Brachiaria decumbens*. Foram avaliadas quatro formas de processamento da casca de mandioca: desidratada triturada em peneira de 12 ou de 5 mm; úmida triturada e ensilada; e úmida triturada e hidrolisada com 0,5% de cal virgem (óxido de cálcio - CaO). O peso médio ao abate foi 30,72±1,46 kg. Não houve influência do tipo de processamento da casca sobre as características de desempenho analisadas, as características quantitativas de carcaça e a morfologia ruminal, sendo influenciado somente o rendimento de paleta. A casca de mandioca hidrolisada foi a que promoveu melhor eficiência econômica. Os tipos de processamento da casca de mandioca não alteram o desempenho, as características de carcaça, os rendimentos de corte e a morfologia ruminal dos ovinos Santa Inês.

Palavras-chave: alimentos alternativos, índice de custo, produção animal

Processing of cassava peel in sheep feeding: performance, carcass characteristics, ruminal morphology and economic efficiency

ABSTRACT - The objective of this trial was to evaluate the effect of different forms of processing of cassava peel in sheep feeding on performance traits, carcass, morphology and rumen and economic technical feasibility. Twenty non-castrated male Santa Ines lambs of 19.02±0.21 kg of initial body weight and 90 days of age at the beginning of the study were used in this trial. The design was completely randomized design with five replications per treatment. During the experimental period of 84 days, including 14 days of adaptation, animals were kept in semi-confinement on *Brachiaria decumbens*. Four forms of cassava peel processing were evaluated: dried cassava peel ground through 12-mm sieve; dried cassava peel ground through 5-mm sieve; ground and ensiled cassava peel, and wet, ground hydrolyzed with 0.5% lime (calcium oxide - CaO). The average weight at slaughter was 30.72±1.46 kg. There was no influence of the type of processing on the performance variables analyzed, quantitative carcass characteristics or ruminal morphology; only the values of width and leg yield palette were influenced. Hydrolyzed cassava peel showed the best economic efficiency between treatments. The different methods of processing cassava peel do not affect performance, carcass characteristics, yield cuts or rumen morphology of Santa Ines sheep.

Key Words: alternative food, cost index, livestock

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) destaca-se pelo seu largo uso na alimentação humana. As raízes são utilizadas para fabricação de farinhas; a fécula, ou amido, para produção de polvilho; a parte aérea da planta é utilizada

como fonte proteica no enriquecimento de farinhas; e os resíduos gerados, como a casca de mandioca, a farinha de varredura e a massa de fecularia, como fonte alternativa na alimentação de ruminantes (Pereira, 1987; Zeoula et al., 2003).

Segundo o IBGE (2009), a produção de mandioca no Brasil em 2009 foi em torno de 24 milhões de toneladas.

Desse total, 33,9% foram utilizados na alimentação humana, 50,2% na alimentação animal, 5,7% para outros fins, 0,2% foi destinado à exportação e 10% foram estimados como perdas (Santos et al., 2009).

De acordo com Prado et al. (2006), os valores da composição química-bromatológica da raiz de mandioca e seus resíduos não são homogêneos e padronizados como para os alimentos tradicionalmente usados na alimentação animal. A casca de mandioca é um resíduo com baixa quantidade de proteína e grande quantidade de fibra e energia, sendo usado principalmente na alimentação de animais para engorda (Abrahão et al., 2005).

Novas formas de processamento devem ser avaliadas para melhorar o aproveitamento desse alimento e criar alternativas de uso, que podem, inclusive, reduzir os custos de produção na ovinocultura. Da mesma forma, as avaliações do desempenho e das características quali e quantitativas de carcaça e eficiência econômica são importantes por permitir comparações entre tipos raciais, pesos, idades de abate, sexo, sistemas de produção e alimentação (Lawrie, 2005; Silva et al., 2008; Piola Júnior et al., 2009).

Na nutrição animal, o uso de alimentos alternativos é uma ferramenta interessante para se obterem respostas positivas de eficiência alimentar e econômica da produção de carne, com melhora na rentabilidade e sustentabilidade. Os trabalhos com uso de subprodutos de mandioca na alimentação de bovinos e ovinos não têm mostrado efeito sobre as características de carcaça e o desempenho dos animais (Lakpini et al., 1997; Menezes et al., 2004; Abrahão et al., 2005).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar diferentes formas de processamento da casca de mandioca (*Manihot sculenta*, Crantz) sobre as características de desempenho, os aspectos quantitativos da carcaça, o rendimento de cortes, a morfologia ruminal e a eficiência econômica na alimentação de ovinos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na fazenda do IFMT Campus São Vicente (antigo Cefet Cuiabá), localizado na Serra de São Vicente a 80 km de Cuiabá, Mato Grosso, no período de janeiro a abril de 2010.

Foram utilizados 20 cordeiros Santa Inês, machos não-castrados, com aproximadamente 90 dias de idade e peso inicial de $19,02 \pm 0,21$ kg. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro dietas, formuladas com suplementos contendo casca de mandioca processada. As formas de processamento da casca de mandioca foram: desidratada triturada em peneira de 12 mm;

desidratada triturada em peneira de 5 mm; úmida triturada e ensilada; úmida triturada e hidrolisada com 0,5% de cal virgem (óxido de cálcio - CaO). Cada dieta foi avaliada com cinco repetições, considerando cada animal uma repetição.

Os processamentos foram realizados com o objetivo de melhorar o aproveitamento da casca de mandioca por meio de técnicas que proporcionassem maior valor nutricional, em virtude da melhora na sua degradação e disponibilidade de nutrientes quando fornecida na forma de suplemento. A casca de mandioca utilizada foi considerada o subproduto resultante da pré-limpeza da raiz que chega à indústria, formado por cepa, ponta de raiz, casca e entrecasca.

A fonte de variação entre as dietas foi a forma de processamento da casca de mandioca. Nos suplementos com casca de mandioca desidratada e triturada em peneira de 12 ou 5 mm, as cascas de mandioca foram picadas inicialmente com auxílio de um triturador (Marca Trapp com motor de 15CV) sem peneiras.

O material foi depositado posteriormente sobre uma lona em cima do piso em local coberto, permanecendo à sombra até que a matéria seca fosse superior a 75% (em torno de uma semana a 10 dias secando à sombra). Em seguida, foi novamente passado no triturador com uso de peneiras de 12 mm (rolão) e 5 mm (quirera), respectivamente. No suplemento com casca de mandioca úmida triturada em peneira e ensilada, as cascas de mandioca foram picadas e desidratadas até atingir em torno de 30% de matéria seca (em torno de 2 a 3 dias secando à sombra) e, em seguida, foram ensiladas por 30 dias em tambor de plástico (capacidade de 200 litros, com tampa removível e fechado com sistema de presilhas) para posterior uso.

Na composição do suplemento com casca de mandioca úmida triturada sem peneira e hidrolisada com óxido de cálcio, as cascas de mandioca foram trituradas e o processo de hidrólise realizado com uso da cal virgem (CaO), colocada na proporção de 0,5%, ou seja, de 500 g para cada 100 kg de matéria natural da casca. A cal virgem foi previamente diluída em 2 litros de água e distribuída sobre o material com auxílio de um regador, sendo posteriormente realizada a homogeneização manual com auxílio de pás. Esse material hidrolisado foi desidratado até atingir em torno de 30% da matéria seca e armazenado em tambor plástico de 200 litros com tampa removível para uso durante duas semanas. A ação do óxido de cálcio está relacionada à solubilização parcial da hemicelulose, promovendo o fenômeno conhecido como intumescimento alcalino da celulose – processo de expansão das moléculas de celulose, causando ruptura das ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio, que conferem cristalinidade à estrutura e aumento na digestão da celulose e hemicelulose (Jackson, 1997; Mota et al., 2010).

Os animais foram criados em sistema semiextensivo, sendo pesados individualmente no início do experimento e a cada sete dias, sempre pela manhã, antes da alimentação. A área experimental foi composta de quatro piquetes com tamanho de 0,16 ha cada, formados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com produção média estimada de 3.216,49 kg/MS/ha. Os ovinos foram separados em grupos composto de 5 animais e cada grupo recebeu a dieta específica, fornecida no cocho duas vezes ao dia. O cocho apresentava 1,20 m de comprimento, 0,36 m de largura e 0,14 m de profundidade, permitindo a acesso simultâneo de todos os animais. Os animais eram manejados diariamente com uso de rodízio, ou seja, cada grupo permanecia apenas um dia em cada piquete e retornava ao piquete inicial somente após o quarto dia. Esse manejo foi aplicado para reduzir variações decorrentes da ausência de uniformidade dos piquetes em termos de produção de forragem. O suplemento era misturado no momento do fornecimento e oferecido aos animais, sempre às 7 e 14 h, em quantidade ajustada semanalmente de acordo com o peso médio de cada grupo.

Para formulação dos suplementos foi considerada a composição das cascas de mandioca e do capim-braquiária (Tabela 1). As dietas foram formuladas (Tabela 2) de acordo

com as recomendações do NRC (1985) para atender às exigências de cordeiros com 20 kg de peso vivo (PV), com ganho diário de 150 g e consumo de matéria seca estimado de 4% do PV. Os suplementos foram calculados com 21% PB e fornecidos na proporção de 1,5% de matéria seca em relação ao PV, sendo corrigido semanalmente segundo o peso dos animais (Tabela 2). O sal mineral foi fornecido *ad libitum* em cocho próprio. As determinações bromatológicas dos alimentos foram realizadas segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

O experimento teve duração de 84 dias, incluindo o período de 14 dias de adaptação às dietas, e os animais foram abatidos com peso final de 30,72±1,46 kg. O desempenho dos animais foi avaliado através da determinação dos pesos inicial, final ou de abate (kg), uma vez que as pesagens eram feitas com o animais em jejum; consumo do suplemento e ganho médio de peso diário (GMPD).

O abate foi realizado em condições humanitárias, por insensibilização e sangria pelo corte das artérias carótidas e veias jugulares, seguido de esfolagem e evisceração, de acordo com as boas práticas de abate. As carcaças foram mantidas em câmara fria durante um período de 24 horas à temperatura de ±5 °C. Após esse período, realizaram-se as

Tabela 1 - Composição percentual e química (%/MS) da casca de mandioca e do capim-braquiária

Composição química (%)	Casca de mandioca úmida	Casca de mandioca desidratada	<i>Brachiaria decumbens</i>
Matéria seca	33,93	76,29	24,46
Cinzas	4,14	5,00	9,19
Proteína bruta	3,94	4,38	5,69
Extrato etéreo	0,90	0,39	0,84

Tabela 2 - Composição percentual e bromatológica (%/MS) das rações experimentais

Ingrediente	Tipo de processamento da casca de mandioca			
	SCMG	SCMF	SCME	SCMH
Farelo de soja	35,70	35,70	35,70	35,70
Milho moído	16,20	16,20	16,20	16,20
Fosfato bicálcico	2,00	2,00	2,00	2,00
Premix ¹	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal	0,20	0,20	0,20	0,20
Ureia	0,50	0,50	0,50	0,50
Casca de mandioca	45,00	45,00	45,00	45,00
Composição química (%)				
Matéria seca	85,34	85,93	59,84	51,09
Cinzas	5,76	6,25	5,57	7,66
Proteína bruta	23,22	25,03	26,30	19,97
Extrato etéreo	0,81	0,53	0,66	0,65
Fibra em detergente neutro (FDN)	23,8	21,1	21,8	16,7
Fibra em detergente ácido (FDA)	11,5	12,5	10,3	12,1

SCMG = suplemento com casca de mandioca desidratada triturada em peneira de 12 mm.

SCMF = suplemento com casca de mandioca desidratada triturada em peneira de 5 mm.

SCME = suplemento com casca de mandioca úmida triturada sem uso de peneira e ensilada por 30 dias.

SCMH = suplemento com casca de mandioca úmida triturada sem uso de peneira e hidrolisada com óxido de cálcio (cal virgem - CaO).

¹ Níveis de garantia por kg do produto: vitamina A - 375.000 UI; vitamina D3 - 37.500; vitamina E - 280 mg; cálcio - 205 g; fósforo - 27 g; sódio - 78 g; selênio - 3 mg; ferro - 1.580 mg; manganês - 1.250 mg; zinco - 1.700 mg; iodo - 25 mg; cobalto - 6 mg; antioxidante - 1.000 mg; flúor max. - 270 mg.

pesagens e as determinações das medidas lineares da carcaça e, em seguida, foram efetuados os cortes para cálculo dos rendimentos.

Para as mensurações na carcaça e determinação dos rendimentos, foram considerados os parâmetros descritos por Silva et al. (2008) e Osório et al. (1998): peso de abate (PA) = peso após jejum de sólidos de 16 horas; peso de carcaça quente (PCQ) = peso da carcaça logo após o abate; peso de carcaça fria (PCF) = peso da carcaça após 24 horas em câmara fria; rendimento de carcaça quente (RCQ) = $(PCQ / PA) \times 100$; rendimento de carcaça fria (RCF) = $(PCF / PA) \times 100$; índice de perdas por resfriamento (IQR) = $100 - (PCF / PCQ) \times 100$; comprimento de carcaça (CC) = medida com fita métrica metálica, desde o bordo anterior do osso púbis até o bordo cranial da primeira costela; profundidade do tórax (PT) = medida com o auxílio de um compasso de pontas metálicas, colocadas entre o dorso e o osso esterno, na região das cruzes em sua distância máxima; largura da garupa (LG) = largura máxima entre os trocânteres de ambos os fêmures; perímetro da garupa (PG) = medida com fita métrica tomando-se como referência os trocânteres de ambos os fêmures; largura da perna (LP) = medida obtida com auxílio de um compasso e correspondente à distância entre as faces lateral e medial da porção superior da perna; comprimento de perna (CP) = medida correspondente entre o bordo anterior do osso do púbis e no ponto médio dos ossos da articulação do tarso; espessura de gordura subcutânea (EGS) = tomada na face externa sobre o músculo *longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas, utilizando-se um paquímetro; área do músculo *longissimus dorsi* (AOL) = obtida por exposição do músculo após corte transversal na carcaça, entre a 12ª e 13ª costelas, por meio do traçado do contorno do músculo. A área de olho-de-lombo foi determinada com uso de uma régua plástica transparente quadriculada, em que cada quadrado apresentava 1 cm².

Depois de tomadas as medidas nas carcaças inteiras, as mesmas foram divididas longitudinalmente ao meio e separadas em cortes comerciais. Os cortes foram realizados em ambas as meias-carcaças, com adaptação da descrição de Garcia et al. (2003), de modo que: paleta (corte obtido pela desarticulação da escápula); perna (efetuou-se a secção entre a última vértebra lombar e a primeira sacra); lombo (compreendeu os corte com as seis vértebras lombares); costelas (corte na região localizada entre a 1ª e 13ª vértebras torácicas, possuindo como base óssea as cinco primeiras vértebras torácicas); peito (obtido traçando um corte inicial desde o flanco à ponta do esterno, coincidindo com a articulação escápulo-umeral) e pescoço (compreendeu as sete vértebras cervicais, por meio de um corte oblíquo).

A análise morfológica do estômago dos ovinos foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Costa et al. (2008). Inicialmente, foi realizada a pesagem de cada compartimento do estômago (rúmen, retículo, omaso e abomaso) e a coleta de um fragmento da parede do recesso do rúmen com aproximadamente 11 cm². Os fragmentos foram armazenados em frasco com solução de tampão fosfato em pH 7,4 e mantidos em geladeira para posterior avaliação macroscópica. As variáveis analisadas foram: peso dos compartimentos do estômago, peso de cada compartimento como porcentagem do peso total do estômago, número de papilas por cm² de parede ruminal, área das papilas ruminais e da superfície total de absorção por cm² de parede e área papilar como porcentagem da superfície absorviva. O número de papilas em todo o fragmento foi mensurado por dois avaliadores e o valor médio foi determinado para cada animal. A área da superfície absorviva foi mensurada em imagens digitalizadas das papilas e da superfície parietal do fragmento do rúmen (Programa de análise de imagens UTHSCSA Image Tool, *software livre*).

Para verificar a viabilidade econômica dos suplementos, determinou-se o custo da suplementação por quilograma de peso vivo ganho (Yi), segundo Bellaver et al. (1985), em que: $Y_i = (P_i * Q_i) / G_i$, em que Yi = custo do suplemento por quilograma de peso vivo ganho na i-ésima dieta; Pi = preço por quilograma do suplemento utilizado na i-ésima dieta; Qi = quantidade de suplemento consumido na i-ésima dieta; e Gi = ganho de peso da i-ésima dieta. Em seguida, foram calculados o valor do custo por kg de carcaça, o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo (IC), propostos por Fialho et al. (1992), em que: $IEE = (M_{Ce} / C_{Tei}) * 100$ e $IC = (C_{Tei} / M_{Ce}) * 100$, em que M_{Ce} é o menor custo do suplemento por quilograma ganho observado entre as dietas e C_{Tei}, custo do suplemento i considerado. A avaliação dos custos foi realizada em relação ao uso da casca de mandioca processada incluída na dieta, não sem considerar os custos relacionados ao preparo.

A análise estatística para avaliação do desempenho dos cordeiros, características quantitativas de carcaça e morfologia ruminal foi realizada por análise de variância utilizando-se o programa SISVAR (Ferreira, 2000), de acordo com o seguinte modelo: $Y_{ij} = \mu + N_i + e_{ij}$, em que: Y_{ij} = valor observado no animal j (sendo j = 1,2,3..5) que recebeu a dieta i (sendo i = 1 (suplemento com casca de mandioca desidratada triturada em peneira de 12 mm), 2 (suplemento com casca de mandioca desidratada triturada em peneira de 5 mm), 3 (suplemento com casca de mandioca úmida triturada em peneira e ensilada por 30 dias) e 4 (suplemento com casca de mandioca úmida triturada sem peneira e hidrolisada com óxido de cálcio)); μ = constante

geral; N_i = efeito das dietas i ; e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} . As variáveis com respostas significativas na análise de variância foram submetidas ao teste de médias Scott-Knott considerando 5% de significância.

Resultados e Discussão

O desempenho dos animais não foi influenciado ($P>0,05$) pelas formas de processamento da casca de mandioca (Tabela 3). O consumo médio de suplemento variou de 426,71 a 478,08 g de acordo com o processamento da casca de mandioca. O maior consumo, em termos absolutos, foi obtido quando utilizada a casca de mandioca hidrolisada. Esse resultado está relacionado ao menor teor de FDN deste suplemento. O processo de hidrólise elevou a taxa de digestão da fibra, devido às quebras das ligações entre as frações celulose e hemicelulose, melhorando a digestibilidade e o consumo (Ezequiel et al., 2005).

Os valores de desempenho obtidos com o fornecimento das dietas experimentais eram previsíveis. O ganho de peso médio foi de 150,37 g por dia e ganho de peso variou de 138,51 a 168,15 g/dia e foi maior para o suplemento com casca de mandioca hidrolisado. Esse comportamento verificado com a oferta do suplemento com casca de mandioca desidratada triturada em peneira de 12 mm indica que o processo de hidrólise apresentou efeito positivo em relação ao ganho de peso com média de 17,63; 14,31; e 10,35%, superior ao obtido com o uso dos demais suplementos.

Os resultados comprovam que não houve diferença entre as dietas ($P>0,05$) para as variáveis: comprimento de carcaça, perímetro do tórax, largura da garupa, perímetro da garupa, comprimento da perna, espessura de gordura subcutânea, área de olho-de-lombo e largura da perna (Tabela 4). Esses resultados indicam que as carcaças apresentaram a mesma capacidade de desenvolvimento e crescimento de tecidos, independentemente da dieta utilizada. Comportamento semelhante foi relatado por Medeiros et al. (2009) e Ítavo et al. (2009).

A área de olho-de-lombo é um parâmetro que reflete o conteúdo muscular da carcaça e neste estudo atingiu valores de 12,80 a 14,00 cm^2 (Tabela 4). O maior valor de área de olho-de-lombo foi encontrado nos animais que receberam o suplemento com casca de mandioca hidrolisada, em decorrência de seu maior peso de abate. Esses resultados foram próximos aos citados por Garcia et al. (2003), que reportaram média de 12,62 cm^2 , e Rodrigues et al. (2008), que descreveram valores entre 12,0 e 13,1 cm^2 , para cordeiros abatidos com peso semelhante ao deste trabalho. Louvandini et al. (2007), em estudo com a inclusão de farelo de girassol na alimentação de ovinos e abatendo os animais com peso entre 24,66 e 27,75, citaram valores de área de olho-de-lombo de 9,18 a 10,15 cm^2 . Em geral, na literatura os trabalhos mostram que a alimentação apresenta menor efeito sobre essa característica, sendo o peso ou idade de abate o fator determinante (Bueno et al., 2000).

A espessura de gordura de cobertura (EGS) não ultrapassou 1,19 mm e não diferiu entre as dietas (Tabela 4). Valores próximos ao deste estudo foram relatados por Furusho-Garcia et al. (2010), que descreveram média de 1,25 mm para EGS em ovinos Santa Inês puros criados em sistema de semiconfinamento. A espessura de gordura de cobertura está associada a vários fatores, entre eles raça, sexo, regime alimentar, duração do período de alimentação ou confinamento e peso da carcaça (Boggs et al., 1998), e proporciona à carcaça proteção contra a desidratação durante o resfriamento, além de evitar o escurecimento dos músculos e prejuízos em relação à qualidade da carne.

Estes reduzidos valores de espessura de gordura subcutânea provavelmente ocorreram em função da dieta e da idade de abate dos animais (aproximadamente 6 meses), pois, de forma geral, a sequência de crescimento dos tecidos ocorre inicialmente pelo tecido nervoso, seguido do ósseo, muscular e adiposo (Sainz, 1996). No animal, o crescimento do tecido ósseo é o mais precoce, o muscular é intermediário e o adiposo é o mais tardio, até que o animal atinja maturidade fisiológica. Para animais de engorda, a maior deposição de gordura na carcaça pode ser antecipada dependendo da

Tabela 3 - Parâmetros de desempenho de ovinos alimentados com diferentes formas de processamento da casca de mandioca

Variável	SCMG	SCMF	SCME	SCMH	CV (%)
Peso inicial (kg)	18,77	19,03	19,00	19,29	-
Peso final (kg)	30,33 a	29,40 a	30,33 a	32,81 a	10,59
Consumo médio suplemento (g/dia)	438,80	426,71	449,50	478,08	-
GMPD (g)	150,74 a	144,09 a	138,51 a	168,15 a	23,94

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem ($P<0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

SCMG = suplemento com casca de mandioca desidratada triturada em peneira de 12 mm; SCMF = suplemento com casca de mandioca desidratada triturada em peneira de 5 mm; SCME = suplemento com casca de mandioca úmida triturada sem uso de peneira e ensilada por 30 dias; SCMH = suplemento com casca de mandioca úmida triturada sem uso de peneira e hidrolisada com óxido de cálcio (cal virgem - CaO); CV = coeficiente de variação.

dieta utilizada. As dietas experimentais, entretanto, não foram suficientes para promover aumento na deposição de gordura na carcaça, provavelmente devido à sua menor quantidade de energia.

De acordo com Bueno et al. (2000), as carcaças de boa qualidade devem apresentar elevada proporção de músculos, baixa proporção de ossos e quantidade adequada de gordura intramuscular para garantir a suculência e o sabor da carne.

Não houve diferença nos seguintes rendimentos: rendimento de carcaça quente, rendimento de carcaça fria, índice de perdas por resfriamento e rendimento dos cortes perna, costela, pescoço, peito e lombo (Tabela 4). Esse comportamento reforça a lei da harmonia anatômica, citado por Medeiros et al. (2009), de que, em carcaças com pesos e quantidades de gordura similares, quase todas as regiões corporais encontram-se em proporções semelhantes, qualquer que seja a conformação do genótipo considerado. Comportamento semelhante foi relatado por Reis et al. (2001), Almeida Junior et al. (2004) e Rodrigues et al. (2008), que, em pesquisa com animais jovens em confinamento e abatidos com peso em torno de 30 kg, não verificaram influência da dieta sobre esses parâmetros.

Houve influência dos suplementos sobre o rendimento de paleta ($P < 0,05$) e os maiores valores foram obtidos com casca de mandioca desidratada triturada em peneira de 5 mm (20,74%) e quando úmida triturada em moinho sem peneira e ensilada por 30 dias (21,03%). Segundo Furusho-Garcia

et al. (2006), as regiões do corpo podem crescer em ritmos diferentes e a paleta apresenta desenvolvimento precoce ou semelhante ao peso corporal, pois é o corte mais influenciado pelo nível de energia da dieta (Piola Júnior et al., 2009). Dessa forma, essa diferença em relação aos valores de rendimento encontrados para paleta pode estar associada a variações no crescimento dos tecidos, principalmente músculo e gordura (Dantas et al., 2008). Furusho-Garcia et al. (2010) compararam diferentes sistemas de produção (intensivo, semi-intensivo e extensivo) com ovinos Santa Inês puros, mestiços Dorper × Santa Inês e Texel × Santa Inês e não notaram diferença no rendimento dos principais cortes.

Embora os rendimentos de carcaça quente e fria não tenham diferido ($P > 0,05$) entre as dietas, os resultados médios obtidos para essas variáveis foram de 41,79% e 40,14%, respectivamente. Menores valores de rendimento de carcaça quente (39,46%) foram relatados por Furusho-Garcia et al. (2010) em pesquisa com ovinos Santa Inês abatidos com peso médio de 38,0 kg. Segundo Macedo et al. (1999), os rendimentos de carcaça de ovinos variam de 40 a 50% e os demais componentes que não fazem parte da carcaça, como o trato digestório e seus conteúdos, podem influenciar os rendimentos dependendo da dieta utilizada.

Segundo Silva et al. (2000), ovinos com mesmo peso de abate mas criados com planos nutricionais diferentes tendem a não apresentar diferença na composição da carcaça quando suas taxas de crescimento são semelhantes.

Tabela 4 - Parâmetros de carcaça de ovinos alimentados com suplementos formulados com casca de mandioca submetida a diferentes formas de processamento

Variável	SCMG	SCMF	SCME	SCMH	CV (%)
Peso carcaça quente (kg)	12,65a	12,35a	12,57a	13,90a	14,16
Peso carcaça fria (kg)	12,06a	11,92a	12,10a	13,38a	14,35
Comprimento da carcaça (cm)	61,00a	60,80a	60,10a	61,60a	3,57
Perímetro do tórax (cm)	26,86a	26,94a	27,10a	24,36a	4,24
Largura da garupa (cm)	17,96a	18,48a	18,72a	18,88a	7,00
Perímetro da garupa (cm)	55,56a	53,88a	53,72a	55,92a	5,04
Largura da perna (cm)	8,70a	8,74a	8,66a	9,62a	7,07
Comprimento da perna (cm)	40,52a	40,64a	37,20a	39,88a	8,30
Espessura de gordura subcutânea (mm)	1,04a	0,95a	1,08a	1,19a	36,59
Área de olho-de-lombo (cm ²)	13,20a	12,80a	13,00a	14,00a	19,02
Rendimentos (%)					
Rendimento de carcaça quente	41,71a	41,96a	41,27a	42,23a	5,48
Rendimento de carcaça fria	39,76a	40,49a	39,66a	40,66a	5,52
Índice de perdas por resfriamento	4,69a	3,51a	3,93a	3,71a	24,12
Perna	34,46a	34,63a	33,55a	35,05a	4,69
Paleta	19,92b	20,74a	21,03a	20,36b	2,60
Costela	17,42a	16,52a	16,76a	17,11a	7,88
Pescoço	7,75a	8,18a	8,50a	7,55a	12,54
Peito	8,60a	8,28a	8,20a	8,14a	11,27
Lombo	11,51a	11,48a	11,18a	11,31a	6,07

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

SCMG = suplemento com casca de mandioca desidratada triturada em peneira de 12 mm; SCMF = suplemento com casca de mandioca desidratada triturada em peneira de 5 mm; SCME = suplemento com casca de mandioca úmida triturada sem uso de peneira e ensilada por 30 dias; SCMH = suplemento com casca de mandioca úmida triturada sem uso de peneira e hidrolisada com óxido de cálcio (cal virgem - CaO); CV = coeficiente de variação.

A utilização de casca de mandioca como alternativa na alimentação de ovinos, independentemente da forma de processamento, não causou alterações morfológicas nos compartimentos do estômago (Tabela 5).

Segundo Costa et al. (2008), o tipo de ácido graxo volátil (AGV) presente no conteúdo ruminal pode afetar a resposta em crescimento das células do epitélio e o efeito da ingestão de alimentos sólidos sobre o crescimento ruminal pode depender mais dos produtos finais da fermentação e de outros fatores humorais que do estímulo à motilidade do órgão.

Dessa forma, provavelmente os suplementos fornecidos não ocasionaram mudanças significativas nas proporções dos ácidos graxos voláteis, o que foi verificado na avaliação do epitélio do rúmen, na qual não foram encontradas alterações significativas em relação à análise macroscópicas do epitélio ruminal e das papilas.

A avaliação econômica indicou que o uso da casca de mandioca hidrolisada proporcionou menor custo por peso vivo e de carcaça produzido, com melhor índice de eficiência econômica (IEE) e menor índice de custo (IC) (Tabela 6).

Os valores do suplemento por kg de carcaça produzido estão acima dos valores relatados por Macedo et al. (2000),

que citaram valores de R\$ 2,26/kg para os cordeiros em pastagem e de R\$ 2,31 para os cordeiros confinados, e Zundt et al. (2002), que encontraram custo médio por quilograma da carcaça produzido com dieta contendo 12% PB de R\$ 2,53 para cordeiros terminados em confinamento.

O suplemento contendo casca de mandioca ensilada apresentou maiores valores de custo, com menor valor de eficiência econômica. Entretanto, as dietas com casca de mandioca desidratada promoveram valores próximos aos obtidos com a casca de mandioca hidrolisada. O uso do processo de hidrólise da casca de mandioca mostrou-se economicamente eficiente por apresentar redução do custo na terminação dos ovinos neste experimento. Entretanto, se considerado o manejo da casca de mandioca para seu uso na alimentação animal, como local de estocagem, volume e perecibilidade, a forma desidratada é uma alternativa interessante.

A utilização da casca de mandioca na forma úmida deve estar associada a algum método de processamento que melhore seu aproveitamento nutricional pelo animal, pois a ensilagem não é interessante se considerados os aspectos produtivos e econômicos.

Tabela 5 - Parâmetros ruminiais de ovinos alimentados com diferentes formas de processamento da casca de mandioca

Variável	RCMG	RCMF	RCME	RCMH	CV (%)
Rúmen (kg)	0,617a	0,641a	0,610a	0,647a	12,05
Rúmen (%)	59,86a	60,12a	59,20a	59,68a	3,96
Reticulo (kg)	0,099a	0,111a	0,113a	0,109a	14,44
Reticulo (%)	9,56a	10,40a	11,01a	10,09a	9,84
Omaso (kg)	0,090a	0,081a	0,083a	0,081a	17,07
Omaso (%)	8,71a	7,67a	7,99a	7,42a	11,15
Abomaso (kg)	0,227a	0,232a	0,225a	0,248a	16,34
Abomaso (%)	21,87a	21,80a	21,79a	22,81a	9,65
Estômago total (kg)	1,033a	1,065a	1,031a	1,085a	11,88
Avaliação macroscópica					
Área papila	0,160a	0,163a	0,149a	0,156a	19,00
Área papilar % superfície absorção	91,68a	90,91a	89,73a	89,76a	2,29
Área absorção/cm ² da base	10,65a	9,97a	9,35a	8,87a	18,32
Papilas/cm ² de base	61,24a	56,00a	56,30a	52,18a	13,73
Área rúmen, m ²	5,75a	5,57a	5,41a	5,28a	8,42

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

SCMG = suplemento com casca de mandioca desidratada triturada em peneira de 12 mm; SCMF = suplemento com casca de mandioca desidratada triturada em peneira de 5 mm; SCME = suplemento com casca de mandioca úmida triturada sem uso de peneira e ensilada por 30 dias; SCMH = suplemento com casca de mandioca úmida triturada sem uso de peneira e hidrolisada com óxido de cálcio (cal virgem - CaO); CV = coeficiente de variação.

Tabela 6 - Parâmetros de avaliação econômica de ovinos alimentados com diferentes formas de processamento da casca de mandioca

Variável	RCMG	RCMF	RCME	RCMH
CRP (R\$/kg de peso vivo ganho)	1,121	1,140	1,249	1,095
CRC (R\$/kg de carcaça)	2,688	2,717	3,026	2,593
IEE (%)	97,67	96,01	87,61	100,00
IC (%)	102,38	104,16	114,14	100,00

SCMG = suplemento com casca de mandioca desidratada triturada em peneira de 12 mm; SCMF = suplemento com casca de mandioca desidratada triturada em peneira de 5 mm; SCME = suplemento com casca de mandioca úmida triturada sem uso de peneira e ensilada por 30 dias; SCMH = suplemento com casca de mandioca úmida triturada sem uso de peneira e hidrolisada com óxido de cálcio (cal virgem - CaO); CRP = custo por kg de peso vivo; CRC = custo por kg de carcaça; IEE = índice de eficiência econômica; IC = índice de custo; CV = coeficiente de variação.

Conclusões

Os tipos de processamento da casca de mandioca avaliados não alteram o desempenho, as características de carcaça, os rendimentos de corte ou a morfologia ruminal de ovinos Santa Inês. Na ovinocultura, a casca de mandioca é um alimento alternativo interessante quando associada a técnicas de processamento que melhorem sua conservação ou seu aproveitamento nutricional.

Referências

- ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; PEROTTO, D. et al. Características de carcaças e da carne de tourinhos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do milho por resíduo úmido da extração da fécula de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1640-1650, 2005.
- ALMEIDA JÚNIOR, G.A.; COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G. et al. Desempenho, características de carcaça e resultado econômico de cordeiros criados em creep feeding com silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1048-1059, 2004.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.
- BOGGS, D.L.; MERKEL, R.A.; DOUMIT, M.E. **Livestock and carcass: an integrated approach to evaluation, grading and selection**. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing, 1998. 256p.
- BUENO, M.S.; CUNHA, E.A.; SANTOS, L.E. et al. Características de carcaça de cordeiros Suffolk abatidos em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1803-1810, 2000.
- COSTA, S.F.; PEREIRA, M.N.; MELO, L.Q. et al. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerras – I Aspectos histológicos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.1-9, 2008.
- DANTAS, A.F.; PEREIRA FILHO, J.M.; SILVA, A.M.A. et al. Características da carcaça de ovinos santa ines terminados em pastejo e submetidos a diferentes níveis de suplementação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.4, p.1280-1286, 2008.
- EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L. et al. Processamento da cana-de-açúcar: efeitos sobre a digestibilidade, o consumo e a taxa de passagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1704-1710, 2005.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para o Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIAO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programas e resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.
- FIALHO, E.T.; BARBOSA, O.; FERREIRA, A.S. et al. Utilização da cevada suplementada com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.10, p.1467-1475, 1992.
- URUSHO-GARCIA, I.F.; COSTA, T.I.R.; ALMEIDA, A.K. et al. Performance and carcass characteristics of Santa Inês pure lambs and crosses with Dorper e Texel at different management systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1313-1321, 2010.
- FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; BONAGURIO, S. et al. Estudo alométrico dos cortes de cordeiros Santa Inês puros e cruzas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, no.4, p.1416-1422, 2006.
- GARCIA, C.A.; MONTEIRO, A.L.G.; COSTA, C. et al. Medidas objetivas e composição tecidual da carcaça de cordeiros alimentados com diferentes níveis de energia em creep feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1380-1390, 2003.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE [2009]. **Banco de dados agregados**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 5 mar. 2011.
- ITAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G.; COSTA, C. et al. Características de carcaça, componentes corporais e rendimento de cortes de cordeiros confinados recebendo dieta com própolis ou monensina sódica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.898-905, 2009.
- JACKSON, M.G. Review article: the alkali treatment of straws. **Animal Feed Science and Technology**, v.2, n.2, p.105-130, 1977.
- LAKPINI, C.A.M.; BALOGUN, B.I.; ALAWA, J.P. Effects of graded levels of sun-dried cassava peels in supplement diets fed to Red Sokoto goats in first trimester of pregnancy. **Animal Feed Science Technology**, v.67, p.197-204, 1997.
- LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. Trad. Jane Maria Rubensam. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384p.
- LOUVANDINI, H.; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S. et al. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.603-609, 2007.
- MACEDO, F.A.F.; SIQUEIRA, E.R.; MARTINS, E.N. Análise econômica da produção de carne de cordeiro sob dois sistemas de terminação: pastagem e confinamento. **Ciência Rural**, v.30, n.4, p.677-680, 2000.
- MACEDO, F.A.F.; SIQUEIRA, E.R.; MARTINS, E.N. Desempenho de cordeiros Corriedale puros e mestiços, terminados em pastagem e em confinamento. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v.51, n.6, p.583-587, 1999.
- MEDEIROS, G.R.; CARVALHO, F.F.R.; BATISTA, A.M.V. et al. Efeito dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.718-727, 2009.
- MENEZES, M.P.C.; RIBEIRO, M.N.; COSTA, R.G. et al. Substituição do milho pela casca de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em rações completas para caprinos: consumo, digestibilidade de nutrientes e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.729-737, 2004.
- MOTA, D.A.; OLIVEIRA, M.D.S.; DOMINGUES, F.N. et al. Hidrólise da cana-de-açúcar com cal virgem ou cal hidratada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1186-1190, 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of sheep**. 5.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985. 99p.
- OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; JARDIM, P.O. et al. **Métodos para avaliação da produção de carne ovina: in vivo**, na carcaça e na carne. Pelotas: UFPEL, 1998. 98p.
- PEREIRA, J.P. Utilização da raspa e resíduos industriais da mandioca na alimentação animal. **Informe Agropecuário**, v.13, n.145, p.28-41, 1987.
- PIOLA JUNIOR, W.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y. et al. Níveis de energia na alimentação de cordeiros em confinamento e composição regional e tecidual das carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1797-1802, 2009.
- PRADO, I.N.; ZEVIANI, A.L.; MARQUES, J.A. et al. Avaliação produtiva e econômica da substituição do milho por subprodutos industriais da mandioca na terminação de novilhas. **Campo Digital**, v.1, n.1, p.37-47, 2006.
- REIS, W.; JOBIM, C.C.; MACEDO, F.A.F. et al. Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de milho conservados em diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1308-1315, 2001.

- RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. et al. Polpa cítrica em rações para cordeiros em confinamento: características da carcaça e qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1869-1875, 2008.
- SAINZ R.D. Qualidade de carcaças e da carne bovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.3-14.
- SANTOS, E.F.; CARVALHO, F.S. SILVA, J.C.G. et al. [2009]. Agroindústria da mandioca: O caminho para a sustentabilidade econômica dos beneficiadores do bairro campinhos em vitória da conquista-BA. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/13/948.pdf>> Acesso em: 5 mar. 2011.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SILVA, L.F.; PIRES, C.C.; SILVA, J.S.H. et al. Crescimento de cordeiros abatidos com diferentes pesos: osso, músculo e gordura da carcaça e de seus cortes. **Ciencia Rural**, v.30, n.4, p.671-675, 2000.
- SILVA, N.V.; SILVA, J.H.V.; COELHO, M.S. et al. Características de carcaça e carne ovina: Uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de influencia. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.103-110, 2008.
- ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; GERON, L.J.V. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanços de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.491-502, 2003.
- ZUNDT, M.; MACEDO, F.A.F.; MARTINS, E.N. et al. Desempenho de cordeiros alimentados com diferentes níveis protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1307-1314, 2002.