

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**PARÂMETROS RUMINAIS E PRODUTIVOS DE CABRAS
ALIMENTADAS COM RASPA DE MANDIOCA EM
SUBSTITUIÇÃO AO MILHO**

RAQUEL VASCONCELOS LOURENÇON

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção
do Título de Doutor em Zootecnia

BOTUCATU - SP
JULHO / 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**PARÂMETROS RUMINAIS E PRODUTIVOS DE CABRAS
ALIMENTADAS COM RASPA DE MANDIOCA EM
SUBSTITUIÇÃO AO MILHO**

RAQUEL VASCONCELOS LOURENÇON

Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. HERALDO CESAR GONÇALVES

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. PAULO ROBERTO DE LIMA MEIRELLES

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção
do Título de Doutor em Zootecnia

BOTUCATU - SP
JULHO / 2015

FICHA CATALOGráfICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP -
FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

L892p Lourençon, Raquel Vasconcelos, 1981-
 Parâmetros ruminais e produtivos de cabras alimentadas
 com raspa de mandioca em substituição ao milho / Raquel
 Vasconcelos Lourençon. - Botucatu : [s.n.], 2015
 vii, 76 f. : grafs., tabs.

 Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Fa-
 culdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu,
 2015

 Orientador: Heraldo Cesar Gonçalves
 Coorientador: Paulo Roberto de Lima Meirelles
 Inclui bibliografia

 1. Caprino - Alimentação e rações. 2. Lactação. 3.
 Leite - Produção. 4. Pastagens. I. Gonçalves, Heraldo
 Cesar. II. Meirelles, Paulo Roberto de Lima. III. Uni-
 versidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
 (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e
 Zootecnia. IV. Título.

“... porém eu e a minha casa serviremos ao Senhor.”

Josué 24.15

A minha família...

Meus pais, Cristina e Silvio, pelo amor, apoio e
por não medirem esforços em me ajudar.

Ao meu noivo, Luis Gustavo, pelo amor, carinho, dedicação,
paciência, incentivo e por estar sempre ao meu lado.

Aos meus filhos de quatro patas, Bebê, Léo e Luque, por tanta alegria e amor.

Dedico

A Deus pela tua graça e fidelidade.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

ACKNOWLEDGMENTS

A DEUS, pela vida, por tantas bênçãos e oportunidades, por me guiar, acompanhar e por tantas vezes me carregar. Obrigada pela vida de todos os animais que o Senhor escolheu colocar em minha vida e nessa pesquisa, sobretudo, meu profundo agradecimento por quatro animais que o Senhor utilizou como instrumento para me dar força e muita alegria durante meu trabalho, são eles: GATO, MINIE, PUP-PUP e DELILAH. É impossível eu me lembrar deles sem um sorriso de agradecimento ao Senhor!

A minha família, pelo incentivo, apoio e, especialmente a minha mãe Cristina e minha tia Maria Elisa, pela ajuda nos experimentos.

A Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) – UNESP/BOTUCATU e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade.

To Tennessee State University, thank you for the opportunity, for accepting me and for receiving me so well. It was an honor and my heart will be forever run blue.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de doutorado no país e pela bolsa do Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE).

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão do auxílio pesquisa.

Ao professor Dr. Heraldo Cesar Gonçalves, pela orientação e pela mais preciosa lição que aprendi nesse período, o senhor me ensinou que estar no caminho de Deus, honrar e ser fiel a família é o que realmente importa, do contrário, nenhum título tem valor algum. Obrigada professor, pois com sua ajuda eu encerro essa fase com a fé fortalecida e com um exemplo em mente de que sempre vale a pena ser fiel aos nossos princípios.

Ao professor Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles, pela orientação, dedicação, amizade, paciência, incentivo, pela preocupação, por me acolher e por ser essa pessoa tão iluminada e especial. Eu agradeço a Deus por ter o senhor em minha vida! “O professor medíocre conta. O bom professor explica. O professor superior demonstra. O grande professor inspira.” Muito obrigada por me inspirar!

To Dr. Richard Browning Jr., thank you for opening the doors of your home and TSU to me. I am so proud to have you as a professor. Thanks for all the teachings and patience. I will never forget what you told me in my final presentation: “Now you know you can”. Thanks sir!

To Dr. Maria Lenira Leite-Browning, what can I say to you? I just want to say thank you, for receiving me so well in your home and your family. Thank you for your friendship, for never letting me feel alone and for being my mother in the USA. I really miss you and I will forever carry you in my heart.

Ao Dr. Silvio José Bicudo, pela atenção e ajuda na confecção da raspa de mandioca.

Ao zootecnista André Michel de Castilhos, pela amizade e auxílio na formulação das dietas.

Aos membros das bancas de qualificação e defesa, Dr. Marco Aurélio Factori, Dra. Márcia Helena Machado da Rocha Fernandes, Dra. Carla Maris Machado Bittar, Dr. Kleber Tomás de Resende e Dr. Otávio Rodrigues Machado Neto, pelas valiosas contribuições deixadas nesse trabalho.

A Dra. Simone Fernandes, pela amizade e apoio.

Aos colegas Natalia Leal, Andreia Cháviri, Lucas Dibbern, Viviane Monteiro, Charleni Crisóstomo, Francisco Lopez e Raquel Marques, pela imensa contribuição, sem vocês seria impossível conduzir os experimentos.

To all my coworkers in the creep feeding project (although this project is apart of my thesis, is part of my background), Ahmad Al Safi, Alicia Aldridge, Ciera Starkey, Dijana Davis, Joy Groves, Kiara Williams, Li Wang, Mozell Byars, Piush Khanal, Rodrigo Tunes and Roy Bipradas, thank you guys for helping me, for being patience with my English and for your friendship. I miss you all and I hope I will see you again.

Aos funcionários do CERAT, especialmente ao Luiz Henrique Urbano, pela disposição em ajudar e enorme contribuição durante a confecção da raspa de mandioca.

A funcionária Gisele Setznagl, pela amizade, auxílio e dedicação nas análises realizadas no Laboratório de Bromatologia da FMVZ - Unesp, Botucatu/SP.

Aos funcionários do setor de produção de caprinos e da fábrica de ração por toda ajuda.

Enfim, a todos aqueles que, de alguma maneira contribuíram para a conclusão desse trabalho...

MUITO OBRIGADA!!!

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO I	1
Considerações Iniciais.....	2
Revisão de Literatura.....	5
A mandioca na alimentação de ruminantes.....	5
Produção e composição do leite de cabras.....	6
Consumo e comportamento ingestivo.....	9
Digestibilidade.....	11
Parâmetros ruminais.....	12
Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC).....	14
Degradabilidade.....	15
Nitrogênio amoniacal (N-NH ₃).....	17
Referências.....	19
 CAPÍTULO II	 25
PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE, CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CABRAS SUPLEMENTADAS COM RASPA DE MANDIOCA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO.....	26
Resumo.....	26
Abstract.....	27
Introdução.....	28
Material e Métodos.....	29
Resultados e Discussão.....	35
Conclusão.....	42
Referências.....	43

CAPÍTULO III.....	47
CONSUMO E PARÂMETROS RUMINAIS DE CABRAS ALIMENTADAS COM RASPA DE MANDIOCA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO.....	48
Resumo.....	48
Abstract.....	49
Introdução.....	50
Material e Métodos.....	51
Resultados e Discussão.....	58
Conclusão.....	70
Referências.....	71
 CAPÍTULO IV.....	 75
IMPLICAÇÕES.....	76

CAPÍTULO I

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No ano de 2013, o efetivo nacional de caprinos foi estimado em aproximadamente 9 milhões de cabeças, alta de 1,5% em comparação ao ano anterior. Em termos regionais, 91,4% do rebanho está localizado na Região Nordeste; 3,6% são representados pela Região Sul; 2,4%, pela Sudeste; 1,6%, pela Norte; e 1,0%, pela Centro-Oeste (IBGE, 2013).

A produção nacional de leite de cabras é de cerca de 21 milhões de litros por ano, envolve principalmente pequenos produtores e empresas de pequeno porte e vem se consolidando como importante alternativa pecuária no Brasil, com destaque na Região Sudeste do país.

A alimentação é um dos aspectos mais relevantes a ser considerado na criação de cabras leiteiras e representa de 60 a 70% dos custos de produção, desta maneira, deve-se visar à escolha de alimentos ou combinações que possibilitem reduzir os custos sem prejudicar a produtividade (GONÇALVES et al., 2008).

Diante destes aspectos, a diminuição dos custos na produção de leite por meio do uso de pastagens e alimentos alternativos é uma estratégia para viabilizar a criação de cabras por pequenos produtores. A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) é um alimento energético alternativo ao milho que pode ser utilizado de diversas formas na alimentação de ruminantes, podendo ser oferecida na forma de raspas das raízes frescas ou secas, farinhas, silagem da parte aérea da planta, além dos subprodutos de sua industrialização como cascas e farinha de varredura. Além de ser considerado um alimento de bom valor nutritivo, a mandioca é cultivada em todo o território nacional.

Indicadores do IBGE (2014) revelam que a produção nacional de raiz de mandioca no ano de 2014 foi cerca de 23,1 milhões de toneladas, alta de 8,8% em relação ao ano anterior, ao passo que a produção do milho apresentou queda de 2,2% e foi influenciada, de forma marcante, pela redução de 10,4% da produção do milho 1ª safra. A área plantada com milho 1ª safra caiu 5,6% no Brasil em função da preferência em se plantar soja e também por problemas climáticos. Ainda de acordo com dados do IBGE, a cultura da mandioca apresentou o segundo maior incremento de produção, em números absolutos, superando a 1,0 milhão de toneladas, na comparação com a safra 2013, ficando atrás apenas da cultura da soja.

A maior parte das pesquisas relacionadas à substituição do milho pela mandioca na alimentação de ruminantes, verificada na literatura, utiliza como principal justificativa uma possível diminuição nos custos de produção com a inclusão da mandioca na dieta. Em uma análise das cotações dos últimos onze anos, publicadas mensalmente pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ESALQ), verifica-se realmente que o valor médio anual do milho vem superando os valores da raiz de mandioca (Figura 1A). Contudo, o grão do milho apresenta aproximadamente 93% de matéria seca enquanto a raiz da mandioca possui 30%, dessa forma, ao ajustar os valores para os teores de matéria seca, a relação entre os preços é invertida, ou seja, o milho passa a ser mais barato em relação à mandioca (Figura 1B). Entretanto, os preços oscilam durante o decorrer dos meses influenciados por diversos fatores, dentre eles o clima, época da colheita, relação entre oferta e demanda e o preço do dólar.

Dessa maneira, se esses alimentos são cultivados na propriedade e a mandioca for uma alternativa comprovada, não apenas o valor de mercado deve ser levado em consideração pelo produtor no momento da escolha, mas principalmente os fatores que influenciam este preço no momento. Além disso, a utilização da mandioca como substituto energético aumenta as alternativas do produtor que poderá, por exemplo, utilizar a planta inteira do milho para confecção de silagem e a raspa de mandioca no concentrado, ou ainda, reservar o milho para outras espécies da propriedade, visto que o maior destino do volume produzido deste cereal é destinado à alimentação de aves e suínos.

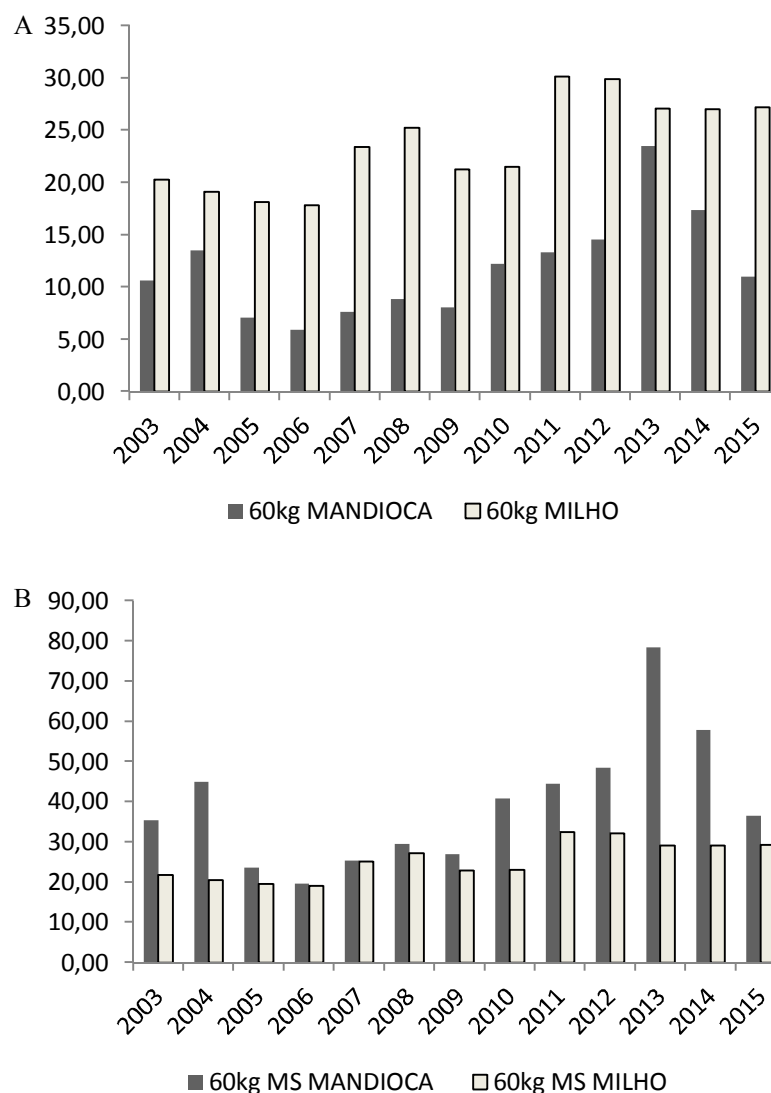


Figura 1- A) Valor médio anual comercializado do milho e da raiz de mandioca. B) Valor médio anual pago por 60kg de massa seca (MS) de milho e de raiz de mandioca (Fonte: Adaptado de CEPEA/ESALQ, 2014).

Neste contexto, o estudo e conhecimento de alimentos alternativos proporcionam maior segurança para a tomada de decisão do produtor que passa a ter mais opções de ingredientes para a formulação de dietas para seus animais. Contudo, observa-se que há carência de informações na literatura sobre os efeitos da substituição do milho pela raspa de mandioca na alimentação de cabras leiteiras criadas em pasto.

Com o objetivo de avaliar o potencial da mandioca como alimento alternativo ao milho na dieta de cabras em lactação foram desenvolvidos dois trabalhos. O primeiro trabalho (Capítulo II) é intitulado “Produção e composição do leite, consumo,

digestibilidade e comportamento ingestivo de cabras alimentadas com raspa de mandioca em substituição ao milho” teve como objetivo avaliar a substituição do milho pela raspa de mandioca sobre o consumo, a produção e composição do leite, a digestibilidade aparente e o comportamento ingestivo dos animais em pasto. No segundo trabalho (Capítulo III) denominado “Consumo e parâmetros ruminais de cabras alimentadas com raspa de mandioca em substituição ao milho” objetivou-se verificar se tal substituição promove alterações nos parâmetros ruminais dos animais como pH, concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), e ainda avaliar a degradabilidade *in situ* da dieta.

As normas adotadas para a publicação de ambos os capítulos seguem as do periódico Pesquisa Agropecuária Brasileira. O Capítulo IV denominado de “Implicações” reúne as reflexões geradas pela experiência na condução do experimento, aliadas as recomendações de futuros ensaios científicos e linhas de pesquisas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A mandioca na alimentação de ruminantes

Na alimentação animal a mandioca pode ser fornecida de diversas formas, no entanto, deve-se levar em consideração que nos tecidos da planta estão presentes glicosídeos cianogênicos, como a linamarina e a lotaustralina, que produzem o ácido cianídrico (HCN), responsável por efeitos tóxicos (RANGEL et al., 2008). Dessa maneira, apenas as variedades com baixos teores de HCN devem ser fornecidas aos animais na forma de raízes frescas. A princípio, todas as variedades podem ser utilizadas na forma de raspas, obtidas a partir da raiz da mandioca picada e seca ao sol, com a vantagem da possibilidade de armazenamento por tempo indeterminado. A parte aérea da planta é outra forma de aproveitamento na alimentação dos animais e pode ser utilizada fresca ou ensilada.

O processamento industrial da mandioca está relacionado à fabricação de farinha e à extração de fécula (amido), e os subprodutos desta industrialização, como a farinha de varredura e as cascas, também podem ser incluídos nas dietas de ruminantes.

Existe grande variação na composição bromatológica da mandioca e de seus subprodutos, no entanto, como característica comum, ela possui altos teores de

carboidratos não fibrosos e baixo percentual de proteína bruta (RAMALHO et al., 2006a).

Além de apresentar maior teor de amido em relação ao milho, outra característica da mandioca que a diferencia do milho é a ausência de matriz proteica e corpos proteicos nos grânulos de amido (CALDAS NETO et al., 2000). Segundo Zeoula & Caldas Neto (2001), devido a essas características, a utilização da mandioca pode ser uma estratégia de equilibrar a disponibilidade de amido e proteína no rúmen, melhorando assim os parâmetros da fermentação ruminal e promovendo maior eficiência microbiana.

2.2. Produção e composição do leite de cabras

De acordo com Costa et al. (2009) os fatores que afetam as características químicas, físicas e as propriedades do leite caprino podem ser genéticos, fisiológicos, climáticos e, como fator preponderante na manipulação do leite, os autores destacam a alimentação.

Segundo Seymour et al. (2005), a produção de leite possui forte correlação com o consumo de massa seca (MS), enquanto o teor de gordura no leite, considerado o componente mais influenciado pela nutrição, é correlacionado com a concentração ruminal de acetato.

Dessa maneira, quando as dietas são compostas por grandes quantidades de carboidratos não fibrosos (CNF), a maior parte da população microbiana do rúmen é formada por bactérias amilolíticas. Consequentemente, as bactérias celulolíticas são menos ativas e há um prejuízo na fermentação da celulose e de açúcares solúveis, resultando em menor produção de acetato, o que pode implicar em queda no teor de gordura no leite (OWENS & GOETSCH, 1988; SEYMOUR et al. 2005).

Carvalho et al. (2006) em avaliação de consumo e produção de leite de cabras da raça Alpina alimentadas com dietas contendo diferentes teores de fibra em detergente neutro (FDN) proveniente da forragem (20, 27, 34, 41 ou 48%) relataram que com o aumento de fibra houve redução linear nos consumos de MS, carboidratos totais (CT), CNF e energia líquida (EL) e aumento no consumo de FDN e, dessa maneira, a produção de leite (corrigida e não corrigida) diminuiu linearmente. Contudo, os autores não observaram diferenças no teor de gordura do leite e ressaltaram que é a efetividade

física da fibra que influencia no percentual de gordura e que, dessa maneira, os menores teores de fibra na dieta não ocasionaram falta de efetividade.

Min et al. (2005) avaliaram três níveis de concentrado (0, 33, 66%) na dieta de cabras Alpinas e verificaram que o maior nível de concentrado proporcionou aumento na produção de leite (22%), na produção no pico da lactação (17%), no tempo para atingir esse pico (14d) e na persistência da lactação (8%), em relação aos animais não suplementados. Além disso, também foi verificado que a suplementação aumentou os teores de gordura e proteína do leite. No entanto, os autores concluíram que as cabras em pasto, sem suplementação, não deixaram de apresentar boa produção de leite (3,8 kg/d) e destacam que a resposta à suplementação depende da qualidade da forragem.

Ngwa et al. (2009), avaliaram dois níveis de concentrado na dieta de cabras Alpinas, 40 ou 60%, e não verificaram diferenças na produção de leite e teor de gordura, resultado atribuído à qualidade da alfafa incluída na dieta com 40% de suplementação.

Em avaliação da curva de lactação e da qualidade do leite de cabras Saanen alimentadas com diferentes relações de volumoso e concentrado (40:60, 50:50, 60:40, 70:30 e 80:20 correspondentes a 2,95; 2,83; 2,70; 2,58 e 2,46 Mcal de EM/kg MS), Zambom et al. (2005) observaram que a ração com maior concentração energética proporcionou maior produção de leite, contudo, não verificaram diferenças nos percentuais de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e no número de células somáticas. Os autores concluíram que rações com maiores níveis energéticos proporcionam maior produção de leite no pico de lactação e retardam este pico, acarretando maior produção de leite.

Sobre os efeitos da inclusão da mandioca, Ramalho et al. (2006a) observaram efeito linear decrescente na produção de leite, produção corrigida para gordura e teor de gordura no leite de vacas alimentadas com raspa de mandioca em substituição ao milho. Os autores atribuíram esses resultados as diferenças nos processos de digestão, absorção e metabolismo entre o amido do milho e o da raspa de mandioca, bem como os efeitos associativos entre estes alimentos e os demais ingredientes da dieta.

Por outro lado, Mouro et al. (2002a) não verificaram diferenças na produção e composição do leite de cabras com a substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura na dieta.

Ao avaliar a substituição do milho pela raspa de mandioca na dieta de cabras, Santos Silva (2011), não verificou diferenças na produção de leite, mas relatou aumento linear no teor de PB no leite com a inclusão da mandioca, resultado que foi atribuído a maior degradabilidade ruminal do amido da mandioca. O referido autor ainda observou que, em termos percentuais, a lactose apresentou efeito quadrático com teor mínimo no nível de 25,17% de inclusão de mandioca, o que foi relacionado ao consumo de MS que apresentou o mesmo comportamento. De acordo com o autor, os maiores consumos de MS podem ter ocasionado maior consumo de concentrado e, conseqüentemente, maior produção de propionato e lactato, que são precursores da lactose.

A Tabela 1 apresenta valores médios de produção e composição do leite de cabras Saanen em pesquisas com inclusão de mandioca na dieta.

Tabela 1. Médias de produção e composição do leite de cabras Saanen alimentadas com mandioca em substituição ao milho.

Referência	Produção de leite (kg/dia)	Gordura (%)	Proteína (%)	Lactose (%)
Mouro et al. (2002a) ¹	2,1	*	2,9	*
Santos Silva (2011) ²	2,0	2,8	2,4	3,4

¹Cabras alimentadas com farinha de mandioca de varredura em substituição ao milho. ²Cabras alimentadas com raspa de mandioca em substituição ao milho. * Valores não apresentados pelos autores.

Em relação ao nitrogênio ureico do leite (NUL), segundo Rapetti et al. (2014), sua concentração é correlacionada ao teor de PB da dieta e também com o balanço de proteína digestível no intestino, ao passo que apresenta correlação negativa com os carboidratos não fibrosos (CNF) da dieta. Os referidos autores relataram grande oscilação na concentração de NUL em cabras Alpinas, de 11,9 a 67,5 mg/dL com média de 34,2 mg/dL, e concluíram que este resultado é reflexo da alta variação no balanço de proteína digestível no intestino.

Mouro et al. (2002b) não verificaram influência da substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura na dieta de cabras Saanen sobre o NUL e observaram média de 36,87 mg/dL.

2.3. Consumo e comportamento ingestivo

De acordo com Mertens (1992), a limitação fisiológica do consumo ocorre quando a ingestão é proporcional à demanda energética para a produção, ou seja, quando a quantidade de energia consumida na dieta supre a necessidade do animal. A limitação física ocorre quando os animais são alimentados com dietas ricas em fibra e com baixa concentração de energia sendo a ingestão, dessa forma, limitada por uma restrição da capacidade do trato digestivo ou da capacidade de distensão ruminal. Em dietas de baixa digestibilidade, o consumo de alimentos eleva-se até que a distensão ruminal não permita maior ingestão, inibindo o consumo de MS antes que a demanda total de energia do animal seja atingida. Segundo Ramalho et al. (2006b), a limitação por fatores psicogênicos é afetada por mecanismos inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente que não são considerados pelo modelo da energia ou de enchimento do rúmen (odor, sabor, textura, cor, entre outros).

Os resultados verificados na literatura em relação à utilização da mandioca e seus subprodutos na dieta de ruminantes sobre o consumo são controversos e as justificativas dos autores para a diminuição no consumo são geralmente atribuídas a fatores psicogênicos, como a palatabilidade e a pulverulência característica principalmente das farinhas de mandioca (MENEZES et al. 2004; SANTOS SILVA, 2011).

Ao avaliar cinco níveis (0, 10, 20, 30 e 40%) de substituição do milho pela raspa de mandioca na dieta de cabras em lactação, Santos Silva (2011) relatou que o consumo de MS, PB e NDT apresentou comportamento quadrático, em que foi observado maior consumo pelos animais do tratamento 0% e menor pelos animais do tratamento 20% de substituição, o que pode estar relacionado à palatabilidade da mandioca.

Em avaliação da inclusão da mandioca na alimentação de vacas em lactação, Ramalho et al. (2006a) não verificaram influência da raspa de mandioca em substituição ao milho sobre o consumo de MS e nutrientes, no entanto, quando os autores (RAMALHO et al., 2006b) substituíram o farelo de soja pela mistura de raspa de mandioca com uréia, houve diminuição linear no consumo. Como as dietas apresentavam composição bromatológica semelhante, essa queda do consumo foi atribuída a fatores psicogênicos.

Da mesma maneira, ao substituir o milho pela casca de mandioca em rações completas para caprinos em crescimento, Menezes et al. (2004) verificaram redução no consumo de MS e nutrientes. No entanto, ao avaliar os efeitos dos níveis de inclusão do mesmo subproduto na dieta de cordeiros confinados, Guimarães et al. (2014) não obtiveram diferenças no consumo.

Segundo Carvalho et al. (2001), as alterações na alimentação dos animais e no seu comportamento ingestivo poderão interferir no consumo do animal e, por conseguinte, no seu desempenho produtivo.

O comportamento ingestivo dos animais em pastejo pode refletir as condições do ambiente, principalmente, quanto às modificações no alimento que é ofertado aos animais, seja por alterações nas características da pastagem fornecida ou então pela adição de um alimento suplementar na dieta. De acordo com Hofmann (1988), o caprino é a espécie que apresenta maior capacidade de alteração de comportamento como forma de adaptação às condições impostas pelo meio.

As atividades diárias no pasto são caracterizadas por três comportamentos básicos, pastejo, ruminação e ócio, tendo sua duração e distribuição alternadas ao longo do dia (MORENO et al., 2008).

De acordo com Rutter et al. (2002), o tempo despendido com a ingestão está diretamente relacionado com a disponibilidade e com a qualidade do alimento oferecido. Da mesma maneira, o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos (VAN SOEST, 1994). Além disso, o tamanho da partícula da ração também reflete no comportamento alimentar dos animais, uma vez que esta característica afeta o consumo de MS, a ruminação e a fermentação ruminal (NRC, 2001).

A produção animal em pastagens depende de fatores relacionados à planta, ao animal, à quantidade e à forma como a forragem é apresentada, determinando diferentes respostas em termos de consumo de forragem e desempenho (JOCHIMS et al., 2010). Quando parte da dieta é constituída por alimento concentrado, existe maior aporte de nutrientes pelo suplemento e, dessa maneira, o comportamento ingestivo dos animais em pasto pode sofrer modificações.

Santos Silva et al. (2012) avaliaram a substituição do milho pela raspa de mandioca em dietas completas para cabras em lactação, contendo cana-de-açúcar como volumoso, e não observaram alterações no comportamento ingestivo dos animais.

Da mesma maneira, Jochims et al. (2010) não verificaram alterações no tempo de pastejo, ruminação e ócio de cordeiras em pastagem de milheto e suplementadas com glúten de milho ou farinha de mandioca, contudo, animais que não receberam nenhum tipo de suplementação apresentaram maior tempo de pastejo e, consequentemente, menor período de ócio.

Neste contexto, considerando que o fornecimento dos concentrados formulados com diferentes fontes energéticas possa vir a modificar a forma como os animais interagem com a pastagem, torna-se necessária a avaliação do comportamento ingestivo em pasto.

2.4. Digestibilidade

O amido é um polissacarídeo heterogêneo composto por dois principais polímeros: amilose e amilopectina (ZEOULA et al., 1999). A proporção de amilose nos grânulos de amido pode variar entre 14 a 34% e a amilopectina corresponde a cerca de 70 a 80% do amido contido nos grãos de cereais. De acordo com Van Soest (1994), a digestibilidade do amido é inversamente proporcional à quantidade de amilose.

A amilose é um polímero linear de unidades de D-glicose unidas por ligações α -1,4, ao passo que a amilopectina é uma molécula altamente ramificada com unidades de D-glicose unidas por ligações α -1,4 e nos pontos de ramificação unidas por ligações α -1,6 (ZEOULA et al., 1999). Segundo Nocek & Tamminga (1991), os grânulos de amido são compostos por essas duas moléculas (ligadas por pontes de hidrogênio), e possuem regiões organizadas (cristalina) e não organizadas (amorfa), sendo a região cristalina composta basicamente por amilose, resistente a entrada de água e ao ataque enzimático.

Dessa maneira, a proporção de amilose e amilopectina influencia na taxa de degradação e na digestibilidade das diferentes fontes de amido. Zeoula et al. (2003) relataram que o amido da mandioca apresenta menor proporção de amilose e, além disso, ausência de matriz protéica, o que confere maior digestibilidade do amido obtida para esta fonte energética em relação ao milho.

Segundo Hoover (1986) e Overton et al. (1995), o aumento da proporção de amido de rápida degradação na dieta pode ocasionar queda na digestibilidade da FDN e diminuição do pH ruminal.

Simas et al. (2008) avaliaram cinco fontes de amido (milho grosseiramente moído, milho finamente moído, milho floculado a 310 g/l, milho floculado a 360 g/l e raspa de mandioca) na alimentação de vacas em lactação e verificaram que a digestibilidade ruminal do amido da raspa de mandioca foi maior do que a do milho, independentemente da forma de processamento utilizada. Resultado semelhante obtido por Mouro et al. (2002a), que relataram aumento linear na digestibilidade do amido com a substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura na dieta de cabras Saanen, e também por Santos Silva et al. (2012) que ao substituírem o milho pela raspa de mandioca na alimentação de cabras observaram aumento na digestibilidade dos CNF.

No entanto, Ramalho et al. (2006a) verificaram que a substituição do milho pela raspa de mandioca na dieta de vacas em lactação não influenciou na digestibilidade de MS e nutrientes.

2.5. Parâmetros ruminais

Os produtos finais da fermentação ruminal dependem do tipo de dieta fornecida ao animal, principalmente, devido à preferência e afinidade microbiana aos substratos (RUSSELL & BALDWIN, 1979).

Dietas baseadas em forragem são ricas em celulose, intermediárias em açúcares solúveis, apresentam baixas quantidades de amido e promovem condições de pH ruminal normalmente maiores (RUSSELL & HINO, 1985). Desta forma, bactérias celulolíticas são mais ativas e, conseqüentemente, a digestão da celulose e fermentação dos açúcares solúveis por essas comunidades resultam em maior produção de acetato (OWENS & GOETSCH, 1988).

Por outro lado, quando as dietas são compostas por amido, as bactérias amilolíticas compõem a maior parte da população microbiana e competem pelos substratos (carboidratos solúveis, produtos da fermentação do amido e da hemicelulose) em condições de pH normalmente menores, resultando em maior produção de propionato e lactato (JOY et al., 1997).

O pH ruminal é negativamente correlacionado com a concentração de AGCC e positivamente correlacionado com a relação acetato:propionato (LANA et al., 1998). De acordo com Nagaraja & Titgemeyer (2007), o acúmulo de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e consequente redução do pH abaixo do normal ($< 5,6$) tem um impacto significativo sobre a produtividade e a saúde do animal. Segundo os referidos autores, quando os substratos disponíveis não estão em excesso e a taxa de absorção dos AGCC acompanha sua taxa de produção, a fermentação ruminal é estável, apresenta pH superior a 5,5 e geralmente varia entre 5,8 a 6,5 durante um período de 24 horas.

A fermentação dos grãos de cereais geralmente é a grande responsável pela queda do pH ruminal, principalmente em situações de alto consumo (SLYTER, 1976). Hoover (1986) relata que uma moderada queda de pH para aproximadamente 6 promove uma pequena depressão na fermentação da fibra, mas a população de bactérias celulolíticas ainda não é alterada, contudo, o decréscimo do pH para valores iguais ou inferiores a 5,5 resulta em queda de tal população e a digestão da fibra é altamente comprometida, podendo ser completamente inibida. Entretanto, Russell (1998) observou que a digestão de feno em pH abaixo de 5,7 foi inibida em incubação *in vitro*.

A *Streptococcus bovis*, normalmente, não é uma bactéria ruminal predominante, no entanto, esta bactéria oportunista pode superar as demais quando há maior disponibilidade de carboidratos solúveis no rúmen. Além disso, cresce duas vezes mais rapidamente do que qualquer outra bactéria do rúmen (RUSSELL & BALDWIN, 1978).

Esta bactéria produz o lactato, que é um ácido dez vezes mais forte em relação aos ácidos graxos de cadeia curta, e seu acúmulo, eventualmente, excede a capacidade de tamponamento do líquido ruminal e pode causar diminuição do pH até o ponto em que as taxas de crescimento de outras bactérias ruminais são inibidas, prejudicando a fermentação da fração fibrosa da dieta (RUSSELL & HINO, 1985).

Dessa maneira, quando a taxa de produção de lactato excede sua taxa de utilização por espécies fermentadoras desse ácido, o desempenho animal é prejudicado, pois o acúmulo de lactato no rúmen está frequentemente associado à indigestão e, em casos extremos, ulceração do rúmen, abscesso hepático, podendo causar até a morte do animal (RUSSELL & ROBINSON, 1984).

Por outro lado, na ausência de lactato, o fluido ruminal permanece tamponado, o pH intracelular é quase neutro ou ligeiramente alcalino, e o piruvato favorece a produção de formato e acetato (RUSSELL & HINO, 1985).

O pH ruminal 5,6 é geralmente considerado o ponto de referência para a acidose, pH de 5,0 a 5,6 é considerado como acidose subaguda ou crônica e pH próximo ou abaixo de 5,0, é considerado acidose aguda (OWENS et al., 1998; KRAUSE & OETZEL, 2006).

Valores de pH entre 6,0 e 5,6 parecem não surtir efeitos prejudiciais para a saúde do animal, entretanto, a capacidade de tamponamento nessa faixa de pH é facilmente excedida e novas quedas no pH podem ocorrer (TERRY et al., 1969). Durante o decorrer do dia, principalmente após a ingestão do alimento, normalmente há uma ligeira queda do pH, no entanto, não se sabe ao certo qual é o tempo mínimo necessário para a partir daí se ter de fato um efeito prejudicial sobre a atividade microbiana, a digestão dos nutrientes e função ruminal.

Dessa forma, a utilização de alimentos com rápidas taxas de degradação do amido, como no caso a mandioca, podem levar a queda do pH ruminal (NOCEK & TAMMINGA, 1991). Contudo, de acordo com Mouro et al. (2002b) e Zeoula et al. (2003), a substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca na dieta não altera o pH ruminal de cabras e cordeiros.

Da mesma maneira, ao avaliar quatro fontes de energia no concentrado (milho, milho + casca de mandioca, raspa de mandioca e farinha de varredura de mandioca), Zeoula et al. (2002) não verificaram diferenças no pH ruminal de bovinos.

Por outro lado, Simas et al. (2008) avaliaram cinco fontes e formas de processamento do amido na fermentação ruminal de vacas em lactação e relataram que a utilização da mandioca proporciona maior valor de pH ruminal em relação ao milho floculado, 6,4 e 6,3, respectivamente.

2.5.1. Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC)

A concentração e proporção de AGCC no fluido ruminal é bastante variável, além de ser dependente da composição da dieta e do tempo após a alimentação.

A relação inversa entre a proporção de acetato:propionato com maior consumo de concentrado normalmente é explicada pela tendência das bactérias celulolíticas

produzirem acetato e as bactérias amilolíticas produzirem propionato. No entanto, ao isolar as culturas de bactérias, Hungate (1966) observou que a *Ruminococcus albus* produz grandes quantidades de acetato, mas a *Fibrobacter succinogenes* e a *Ruminococcus flavefaciens*, também celulolíticas, produzem succinato, produto intermediário que é convertido em propionato. Além disso, bactérias amilolíticas, que produzem succinato e propionato, podem também produzir grandes quantidades de acetato dependendo da disponibilidade de substratos.

Seymour et al. (2005) relataram importantes relações entre os AGCC e a produção de leite. Os autores verificaram que a produção de leite é positivamente relacionada à concentração de butirato e propionato; O consumo de MS possui correlação positiva com a concentração de butirato no rúmen; Há pequena, ou nenhuma, relação entre a produção de leite e as concentrações de acetato e AGCC total; A relação entre as concentrações de AGCC com a composição do leite é considerada de moderada a fraca; A concentração de gordura no leite é positivamente associada à relação acetato : propionato; O teor de proteína no leite é negativamente relacionado à concentração de acetato e ao pH ruminal.

Ao avaliar cinco fontes e formas de processamento do amido (milho grosseiramente moído, milho finamente moído, milho floculado a 310 g/l, milho floculado a 360 g/l e raspa de mandioca) na fermentação ruminal de vacas, Simas et al. (2008) não observaram diferenças na concentração de AGCC total. Contudo, a raspa de mandioca e o milho floculado a 310 g/l apresentaram menores concentrações de acetato e, além disso, a mandioca proporcionou maior concentração de butirato em relação aos demais ingredientes.

No entanto, há uma carência de estudos sobre a influência da alimentação com mandioca na concentração ruminal dos AGCC em caprinos.

2.5.2. Degradabilidade

Nos sistemas atuais de adequação de alimentos para ruminantes são necessárias informações relativas às frações dos alimentos, bem como suas taxas de degradação e digestão, para equilibrar a disponibilidade de energia e nitrogênio no rúmen, e maximizar a eficiência microbiana (GOES et al., 2010).

O método da degradabilidade *in situ* consiste em fracionar os alimentos e seus nutrientes em três porções distintas: fração “a”, que representa a fração solúvel do alimento, podendo ser utilizada imediatamente pelos microrganismos ruminais; fração “b”, que corresponde à fração potencialmente degradável, segundo uma velocidade relativa supostamente constante e o parâmetro “c” que corresponde à taxa de degradação da fração “b” (ORSKOV & MCDONALD, 1979). Com base nestes parâmetros é possível estimar a degradabilidade potencial e efetiva do alimento incubado, adotando taxas de passagem variáveis.

Dessa maneira, é uma técnica relativamente rápida que visa quantificar o desaparecimento das frações de nutrientes dos alimentos no decorrer do tempo pelo processo de degradação em condições reais presentes no rúmen (RÊGO et al., 2010).

As diferenças nas características de degradação dos alimentos repercutem na dinâmica e no equilíbrio dos nutrientes disponíveis para os microrganismos do rúmen (McCARTHY et al., 1989). De acordo com a dinâmica do sincronismo exposta por Nocek & Russell (1988), a taxa de degradação do ingrediente no rúmen pode ter um efeito profundo sobre os produtos finais da fermentação e para o desempenho animal, pois: 1) se a taxa de degradação da proteína excede a taxa de fermentação de carboidratos, grandes quantidades de nitrogênio podem ser perdidas como amônia; 2) se a taxa de fermentação de carboidratos excede a taxa de degradação de proteínas, pode haver diminuição na produção de proteína microbiana; 3) se alimentos são degradados muito lentamente, o enchimento do rúmen pode provocar queda no consumo; e 4) se a taxa de degradação é lenta, parte do alimento ingerido pode escapar da fermentação ruminal e passar diretamente para o intestino.

De acordo com Jorge et al., (2002), maior fermentação ruminal e maior aproveitamento da digesta ao longo do trato digestivo total têm sido verificados quando os animais são alimentados com rações que contenham como fonte energética a mandioca em comparação ao milho.

Martins et al. (1999) reportaram valores da fração solúvel “a” da MS do milho e da raspa de mandioca de 33 e 56%, respectivamente. Já em relação aos parâmetros da fração potencialmente degradável “b”, os autores relataram 67% para o milho e 38% para a raspa de mandioca. Além disso, foi verificado que a raspa de mandioca apresenta

maior taxa de degradação “c” e maior taxa de passagem a 5% por hora em relação ao milho.

Mouro et al. (2002a) também observaram aumento na degradabilidade efetiva da MS, PB e amido com a substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dieta para cabras.

Conhecer o perfil de degradação da forragem também é importante para a determinação da composição do concentrado, pois dessa forma pode-se formular a melhor combinação entre volumoso e concentrado de maneira a aproveitar os alimentos com alta eficiência (PEDREIRA et al. 2014).

Segundo Detmann et al. (2001) a proteína da forragem pode apresentar alta degradabilidade, o que provoca perda excessiva de compostos nitrogenados no ambiente ruminal na forma de amônia. Desta maneira, é preciso adequar o concentrado, com a inclusão de fontes de carboidratos solúveis, para evitar o desperdício de proteína.

2.5.3. Nitrogênio amoniacal (N-NH₃)

Os microrganismos que fermentam os carboidratos estruturais apresentam lento crescimento e usam somente amônia como fonte de nitrogênio, ao passo que os microrganismos que utilizam CNF crescem mais rapidamente e além da amônia, utilizam também peptídeos e aminoácidos para seu crescimento (RUSSELL et al., 1992). Em caso de dietas não sincronizadas, em que a energia é limitante, há um aumento na deaminação por esses microrganismos, que fermentam os esqueletos carbônicos para a produção de energia na forma de ATP (RAPETTI & BAVA, 2008).

Dessa maneira, como a eficiência do uso da amônia para síntese de proteína microbiana depende da disponibilidade de energia, grande quantidade de amônia formada nesse processo de deaminação é absorvida pela parede ruminal e convertida em ureia no fígado. E como consequência, há um decréscimo da retenção de nitrogênio pelo animal, visto que há limite de reciclagem dessa ureia, via sangue ou saliva, sendo então o excesso eliminado na urina ou no leite, o que significa um desperdício de proteína (NRC, 1985; RUSSELL et al., 1988; SANTOS & PEDROSO, 2011). Assim, a concentração de N-NH₃ no rúmen é consequência do equilíbrio entre produção, absorção e utilização de amônia pelos microrganismos ruminais (VAN SOEST, 1994).

Mudanças bruscas no pH ruminal podem cessar a atividade microbiana, assim como níveis de N-NH_3 ruminal baixos podem limitar a fermentação. Não há um consenso sobre um valor mínimo comum de N-NH_3 ruminal para manter as funções normais do rúmen, Mehrez et al. (1977) recomendam 23 mg/100 mL como concentração ideal, ao passo que Detmann et al. (2009) sugerem 8 mg/100 mL como valor ideal para degradação da FDN e 15 mg/100 mL para otimização do consumo. Pesquisas com caprinos relatam concentração de N-NH_3 ruminal de 16 a 36 mg/100 mL (MOURO et al., 2002b; BRANCO et al., 2010; CANIZARES, 2011).

De acordo com Zeoula et al. (2002), as rações compostas por fontes de amido de diferentes degradabilidades como o milho, a mandioca e os seus subprodutos (casca de mandioca e farinha de varredura) apresentam diferentes concentrações ruminiais de N-NH_3 , sendo menor para a ração com farinha de varredura e maior para a que contém raspa de mandioca. Segundo os referidos autores, a farinha de varredura possui melhor sincronização com a fonte protéica, o que aumenta a eficiência microbiana e, consequentemente, diminui a perda de nitrogênio na forma de N-NH_3 .

Contudo, segundo Mouro et al. (2002b) e Zeoula et al. (2003), a substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura na dieta não influencia na concentração de N-NH_3 do líquido ruminal de cabras em lactação e ovinos, respectivamente.

Diante destes aspectos, ainda não está muito bem elucidado a influência da inclusão da mandioca na dieta de caprinos sobre as concentrações ruminiais de N-NH_3 .

Referências

- BRANCO, R.H.; RODRIGUES, M.T.; RODRIGUES, C.A.F. et al. Efeito dos níveis de fibra em detergente neutro oriunda da forragem sobre a eficiência microbiana e os parâmetros digestivos em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.372-381, 2010.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: Digestibilidade Total e Parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.2099-2108, 2000.
- CANIZARES, G.I.L. **Parâmetros ruminais e produtivos de cabras alimentadas com cana-de-açúcar e ou silagem de milho**. Botucatu. 2011. 89f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2011.
- CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, R.M.; POLI, C.H.E. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.853-871.
- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite de cabras da raça Alpina alimentadas com dietas contendo diferentes teores de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1154-1161, 2006.
- CEPEA/ESALQ – Centro de estudos avançados em economia aplicada da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/milho/>> Acesso em: Janeiro/2015.
- COSTA, R.G.; QUEIROGA, R.C.; PEREIRA, R.A.G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.307-321, 2009.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e Indicadores Internos na Determinação do Consumo de Novilhos Mestiços, Suplementados, a Pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MANTOVANI, H.C. et al. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis–Menten kinetics. **Livestock Science**. v.126, p.136-146, 2009.
- GOES, R.H.T.B.; SOUZA, K.A.; PATUSSI, R.A. et al. Degradabilidade *in situ* dos grãos de crambe, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos. **Acta Scientiarum**, v.33, n.4, p.373-378, 2010.

GONÇALVES, A.L.; LANA, R.P.; VIEIRA, R.A.M. et al. Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.366-376, 2008.

GUIMARÃES, G.S.; SILVA, F.F.; SILVA, L.L. et al. Intake, Digestibility and performance of lambs fed with diets containing cassava peels. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n. 3, p.295-302, 2014.

HOFFMANN, R. R. Anatomy of the gastro-intestinal tract. In: CHURCH, D. C. (Ed). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Portland, O&B Books, Inc., 1988, p. 14-43.

HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, n.69, p.2755-2766, 1986.

HUNGATE, R. E. 1966. **The Rumen and Its Microbes**. Academic Press, New York.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE 2013. **Produção da pecuária municipal**, v. 41, p. 32, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE 2014. **Indicadores IBGE**. Disponível em:

<[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Comentarios/lspa_201403comentarios.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Comentarios/lspa_201403comentarios.pdf)> Acesso em: Janeiro/2015.

JOCHIMS, F.; PIRES, C.C.; GRIEBLER, L.; et al. Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milheto recebendo ou não suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.572-581, 2010.

JORGE, J.R.V.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura (*Manihot esculenta*, Crantz) na ração de bezerros Holandeses. 2. Digestibilidade e valor energético. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.205-212, 2002.

JOY, M.T.; DEPETERS, E.J.; FADEL, J.G. et al. Effects of corn processing on the site and extent of digestion in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2087-2097, 1997.

KRAUSE, K. M.; OETZEL, G.R. et al. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v.126, p.215-236, 2006.

LANA, R.P.; RUSSELL, J.B.; VAN AMBURGH, M.E. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. **Journal of Animal Science**, v. 76, p.2190-2196, 1998.

MARTINS, A.S.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; et al. Degradabilidade ruminal *In Situ* da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1109-1117, 1999.

McCARTHY, R.D.; KLUSMEYER, JR., CLARK, T.H. et al. Effects of source of protein and carbohydrate on rumen fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.8, p.2002-2016, 1989.

MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.

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.

MERTENS, D.R. Nonstructural and structural carbohydrates. In: **Proceedings large dairy herd management**. 1992. p. 219-235.

MIN, B.R.; HART, S.P.; SAHLU, T.; SATTER, L.D. The effect of diets on milk production and composition, and on lactation curves in pastured dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n.7, p. 2604-2615, 2005.

MOURO, G.F.; BRANCO, A.F.; MACEDO, F.A.F. et al. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: Produção e composição do leite e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.475-483, 2002a.

MOURO, G.F.; BRANCO, A.F.; MACEDO, F.A.F. et al. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: Fermentação ruminal e concentrações de uréia plasmática e no leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1840-1848, 2002b.

MORENO, B. C. FISCHER, V.; MONKS, P.L. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhas Jersey sob suplementação com farelo de milho em pastagem de azevém anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n. 3, p.487-493. 2008.

NAGARAJA, T.G.; TITGEMEYER, E.C. Ruminal acidosis in beef cattle: The current microbiological and nutritional outlook. **Journal of Dairy Science**. v.90 (E. suppl.): E17-E38, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Ruminant nitrogen usage**. Washington: D.C.: National Academy of Science, 1985. 138p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington, DC: National Academic Press, 2001. 387 p.

NGWA, A.T.; DAWSON, L.J.; PUCHALA, R.; et al. Effects of stage of lactation and dietary forage level on body composition of Alpine dairy goats. **Journal of Dairy Science**, Vol. 92 No. 7, p. 3374–3385, 2009.

NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and Energy as an Integrated System. Relationship of Ruminal Protein and Carbohydrate Availability to Microbial Synthesis and Milk Production. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n.8, p. 2070-2107, 1988.

NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3598-3629, 1991.

ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agricultural Science**, v.92, n.1, p.499-508, 1979.

OVERTON, T.R.; CAMERON, M.R.; ELLIOTT, J.H.; CLARK, J.H.; NELSON, D.R. Ruminal fermentation and passage of nutrients to the duodenum of lactating cows fed mixtures of corn and barley. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.1981-1991, 1995.

OWENS, F.D.; GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D. C. (Ed.). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Long Grove: Wavelend, 1988. p. 145-171.

OWENS, F. N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J. et al. Acidosis in cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v.76, p.275–286, 1998.

PEDREIRA, C.G.S.; PEDREIRA, B.C.; BITTAR, C.M.M.; FAUSTINO, M.G.; SANTOS, V.P.; FERREIRA, L.S.; LARA, M.A.S. Produtividade e degradabilidade ruminal da forragem de capins da espécie *Panicum maximum*. **Nativa**, v. 02, n. 03, p. 143-148, 2014.

RAMALHO, R.P.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Substituição do milho pela raspa de mandioca em dietas para vacas primíparas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1221-1227, 2006a.

RAMALHO, R.P.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Substituição do farelo de soja pela mistura raspa de mandioca e ureia em dietas para vacas mestiças em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1212-1220, 2006b.

RANGEL, A.H.N.; LEONEL, F.P.; BRAGA, A.P. et al. Utilização da mandioca na alimentação de ruminantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.3, n.2, p.01-12, 2008.

RAPETTI, L.; BAVA, L. Feeding Management of Dairy Goats in Intensive Systems. In: CANNAS, A.; PULINA, G. (Eds.). **Dairy Goats Feeding and Nutrition**. Oxfordshire: CAB International, 2008, p.221-237.

RAPETTI, L.; COLOMBINI, S.; GALASSI, G.; et al. Relationship between milk urea level, protein feeding and urinary nitrogen excretion in high producing dairy goats. **Small Ruminant Research**, v.121, p.96–100, 2014.

RÊGO, A. C.; CANDIDO, M.J.D.; PEREIRA E.S. et al. Degradação de silagens de capim-elefante contendo subproduto do urucum. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.3, p.482-489, 2010.

RUTTER, S.M.; ORR, R.J.; PENNING, P.D. et al. Ingestive behaviour of heifers grazing monocultures of ryegrass or white clover. **Applied Animal Behaviour Science**, v.76, p.1-9, 2002.

RUSSELL, J.B. The importance of pH in the regulation of ruminal acetate to propionate ratio and methane production in vitro. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p.3222-3230. 1998.

RUSSELL, J. B.; BALDWIN, R.L. Substrate preferences in rumen bacteria: Evidence of catabolite regulatory mechanisms. **Applied and Environmental Microbiology**, v.36, p.319-329, 1978.

RUSSELL, J. B.; BALDWIN, R.L. Comparison of substrate affinities among several rumen bacteria: A possible determinant of rumen bacterial competition. **Applied and Environmental Microbiology**, v.37, p.531-536, 1979.

RUSSELL, J.B. & HINO, T. Regulation of Lactate Production in *Streptococcus bovis*: A Spiraling Effect That Contributes to Rumen Acidosis. **Journal of Dairy Science**, v.68, p. 1712-1721, 1985.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3551-3561. 1992.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J.; CHEN, G.J. Enrichment and Isolation of a Ruminal Bacterium with a Very High Specific Activity of Ammonia Production. **Applied and Environmental Microbiology**, v.54, n.4, p.872-877, 1988.

RUSSELL, J.B. & ROBINSON, P.H. Compositions and Characteristics of Strains of *Streptococcus bovis*. **Journal of Dairy Science**, v. 67, p.1525-1531. 1984.

SANTOS SILVA, M.J.M. **Utilização de raspa de mandioca em substituição ao milho na alimentação de cabras Saanen em lactação**. Recife. 2011. 78f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

SANTOS SILVA, M.J.M.S.; CARVALHO, F.F.R.; BATISTA, A.M.V. et al. Utilização da raiz de mandioca sobre a digestibilidade e comportamento ingestivo de cabras Saanen em lactação. **Acta Scientiarum**, v.34, n.4, p.401-408, 2012.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.265-297.

SEYMOUR, W.M.; CAMPBELL, D.R.; JOHNSON, Z.B. Relationships between rumen volatile fatty acid concentrations and milk production in dairy cows: a literature study. **Journal of Animal Science**, v.119, p.155-169, 2005.

SIMAS, J.M.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. et al. Efeitos de fontes e formas de processamento do amido na utilização de nutrientes e parâmetros ruminais de vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.5, p.1128-1134, 2008.

SLYTER, L. L. Influence of acidosis on rumen function. **Journal of Animal Science**, v.43, p.910-929, 1976.

TERRY, R.A., TILLEY, J.M.A.; OUTEN, G.E. Effect of pH on cellulose digestion under in vitro conditions. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v.20, p.317-320, 1969.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; MARTINS, E.N. et al. Curva de lactação e qualidade do leite de cabras Saanen recebendo rações com diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2515-2521, 2005.

ZEOULA, L.M. & CALDAS NETO, S.F. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: TEXEIRA, J.C.; SANTOS, R.A.; DAVID, F.M. e TEIXEIRA, L.F.A.C. Simpósio internacional em bovinocultura de leite: **Novos conceitos em nutrição**, 2. Lavras: UFLA-FAEPE, 2001. 298p. 249-284p. 2001.

ZEOULA, L.M.; MARTINS, A.S.; PRADO, I.N. et al. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.898-905, 1999.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; BRANCO, A.F. et al. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: pH, concentração de N-NH₃ e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1582-1593, 2002.

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.

CAPÍTULO II

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE, CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E
COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CABRAS ALIMENTADAS COM
RASPA DE MANDIOCA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO**

Resumo: O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a substituição do milho pela raspa de mandioca na dieta de cabras Alpinas sobre o consumo de massa seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia metabolizável (EM), sobre a produção e composição do leite, digestibilidade aparente da MS, PB e FDN e também sobre o comportamento ingestivo dos animais em pastagem de capim-tobiatã. O experimento teve duração de 72 dias, em que foram utilizadas oito cabras em lactação, distribuídas em dois quadrados latinos (4 x 4) balanceados. Os tratamentos consistiram em níveis de 0, 33, 67 e 100% de substituição do milho pela raspa de mandioca no concentrado. A inclusão da mandioca proporcionou aumento linear no consumo de CNF e na digestibilidade da MS. A substituição não influenciou a produção e composição do leite e no comportamento ingestivo dos animais, dessa maneira, a raspa de mandioca pode substituir totalmente o milho no concentrado fornecido às cabras sem trazer prejuízos à produção de leite.

Termos para indexação: alpina, capim-tobiatã, caprinos, lactação, pastagem

MILK YIELD, INTAKE, DIGESTIBILITY AND FEEDING BEHAVIOR OF DOES FED CASSAVA REPLACING CORN

Abstract: This study was conducted to evaluate the substitution of corn by cassava in supplementation of Alpine does on dry matter intake (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), non-fiber carbohydrates (NFC), total digestible nutrients (TDN) and metabolizable energy (ME), yield and milk composition, apparent digestibility of DM, CP and NDF and also on the grazing behavior in tobiatã grass. The experiment lasted 72 days, were used eight lactating does, distributed in two Latin squares (4 x 4) balanced. The treatments were as following: 0, 33, 67 and 100% replacement of corn by cassava. The inclusion of cassava caused a linear increase in the NFC consumption and DM digestibility. The substitution had no effect on milk yield and feeding behavior of the animals in this way, cassava can replace totally the corn in the supplement provided to does without harming the production of milk.

Index terms: alpine, goats, lactation, pasture, tobiatã grass

Introdução

A Região Sudeste do país se destaca na produção de leite de cabras e vem se consolidando como importante alternativa pecuária no Brasil, a atividade é de interesse principalmente de pequenos produtores que empregam mão de obra familiar.

A alimentação é um dos aspectos mais relevantes a ser considerado, pois representa de 60 a 70% dos custos de produção de leite, desta maneira, deve-se visar à escolha de alimentos ou combinações que possibilitem reduzir esses custos sem prejudicar a produtividade (GONÇALVES et al., 2008). O milho é o alimento mais utilizado como fonte energética na formulação das dietas dos animais, contudo, por ser uma *commodity*, sua cotação é influenciada pelo mercado internacional.

O estudo e conhecimento de alimentos alternativos proporcionam maior segurança para a tomada de decisão do produtor que passa a ter mais opções de ingredientes para a formulação de dietas para seus animais. Dessa maneira, pode-se escolher o ingrediente de menor custo ou aquele com maior disponibilidade na propriedade.

Diante destes aspectos, o uso de pastagens e alimentos alternativos é uma estratégia em diminuir os custos e viabilizar a criação de cabras por pequenos produtores. Neste contexto, a mandioca destaca-se como substituto energético para formulação de rações para ruminantes, uma alternativa de valor nutritivo semelhante ao do milho e produção expressiva no Brasil.

Contudo, Ramalho et al. (2006) observaram efeito linear decrescente na produção de leite, produção corrigida para gordura e teor de gordura no leite de vacas alimentadas com raspa de mandioca em substituição ao milho. Os autores atribuíram este resultado as diferenças nos processos de digestão, absorção e metabolismo entre o amido do milho e o da raspa de mandioca, além dos efeitos associativos entre estes alimentos e os demais ingredientes da dieta.

Por outro lado, a substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura na dieta de cabras não influenciou na produção e composição do leite (MOURO et al., 2002a).

Verifica-se que a influência da utilização da mandioca na alimentação de cabras sobre a produção e composição do leite precisa ser melhor elucidada, principalmente

com animais criados em pasto. Dessa maneira, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar a substituição do milho pela raspa de mandioca sobre o consumo, produção e composição do leite, digestibilidade aparente e sobre o comportamento ingestivo das cabras em pasto.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na UNESP - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, na Área de Produção de Caprinos, e aprovado pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da mesma instituição, com protocolo de número 30/2012.

Foram utilizadas oito cabras Alpinas em lactação, com peso corporal médio de $47 \pm 1,5$ kg, distribuídas em dois quadrados latinos (4×4) balanceados. As cabras foram alocadas nos quadrados de acordo com a produção de leite e distribuídas em 4 tratamentos. A substituição do milho pela raspa de mandioca no concentrado foi realizada nas seguintes proporções:

Tratamento 1: 0% de raspa de mandioca e 100% de milho.

Tratamento 2: 33% de raspa de mandioca e 67% de milho.

Tratamento 3: 67% de raspa de mandioca e 33% de milho.

Tratamento 4: 100% de raspa de mandioca e 0% de milho.

As cabras pariram no mês de setembro de 2012 e, após o pico da lactação, em novembro, deu-se início ao experimento, com duração de 72 dias divididos em quatro períodos de 18 dias, sendo 12 dias de adaptação e seis dias para coleta de dados.

Para a obtenção das raspas foram adquiridas duas toneladas de raízes de mandioca, recém-colhidas, das variedades IAC 13 e IAC 15 misturadas. As raízes foram processadas no Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT - Unesp/Botucatu). Para confecção das raspas de mandioca, as raízes foram lavadas, descascadas, picadas em tamanho de aproximadamente entre 2 a 3 cm e secas ao sol até atingirem 89% de matéria seca, quando então, foram ensacadas e armazenadas.

Utilizou-se o programa computacional Small Ruminant Nutrition System (SRNS) com base na estrutura do Cornell Net Carbohydrate and Protein System para ovinos - CNCPS (CANNAS et al., 2004), que se baseia em simulação ruminal, para

determinar a composição nutricional das dietas. As dietas foram formuladas segundo as recomendações do NRC (2007) para atender as exigências de cabras em lactação com peso médio de 50 kg e produção entre 2,0 a 3,2 kg de leite por dia. Na tentativa de manter a relação 60% de volumoso e 40% de concentrado, a quantidade de concentrado fornecido foi fixada em 1 kg de matéria natural por dia.

Foram realizadas duas ordenhas por dia, a primeira às 06h00 e a segunda às 18h00. Após a ordenha da manhã, por volta das 07h00, as cabras eram encaminhadas ao pasto estabelecido com *Panicum maximum* cv. Tobiatã, sob manejo rotacionado com taxa de lotação variável, em uma área de aproximadamente 0,6 ha dividida em 11 piquetes de aproximadamente 500 m², providos com bebedouros automáticos, com período de ocupação de três dias e período de descanso de 30 dias.

Às 18h00 os animais eram recolhidos ao galpão coberto, ordenhados novamente e alojados em baias individuais com área de 3,5 m², com acesso a bebedouros, saleiros e cochos para alimentação. O concentrado foi fornecido duas vezes ao dia, aproximadamente metade da quantidade foi ofertada durante as duas ordenhas e a outra metade era disponibilizada nos cochos individuais ao final da ordenha da tarde.

A produção de leite foi registrada durante cinco dias seguidos nos diferentes períodos experimentais. Amostras de leite do terceiro dia de controle leiteiro na proporção de 2/3 da ordenha da manhã e 1/3 da ordenha da tarde foram coletadas em tubos de plástico de 30 ml contendo conservante bronopol e, em seguida, enviadas a Clínica do Leite (ESALQ/USP) em Piracicaba-SP para análises dos constituintes. Foram determinados os teores de proteína, gordura, lactose, sólidos totais, extrato seco desengordurado e nitrogênio ureico do leite. A correção do leite para 4% de gordura foi realizada segundo o NRC (1989), empregando-se a equação: $LCG\ 4\% = (0,4 \times \text{kg leite}) + (15 \times \text{kg de gordura do leite})$.

Foram colhidas amostras dos ingredientes e concentrados, sendo nas amostras de forragem utilizado o método de pastejo simulado, para que o material colhido fosse o mais semelhante possível àquele consumido pelos animais (DE VRIES, 1995). Para isso, as cabras foram acompanhadas ao piquete para que o hábito de pastejo fosse observado e, baseado nesse comportamento, amostras representativas da forragem consumida foram colhidas manualmente durante os três dias de permanência no piquete.

Todas as amostras foram mantidas congeladas até o momento das análises. Depois de descongeladas, foram secas em estufa de ventilação forçada por 72 horas a 55°C, processadas em moinho tipo Wiley com peneira de 1 mm e armazenadas em sacos plásticos. Os alimentos foram analisados quanto aos teores de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), de acordo com AOAC (1990); fibra em detergente neutro com α -amilase e ureia (FDN) (VAN SOEST et al., 1991); fibra em detergente ácido (FDA), segundo metodologia descrita por Goering & Van Soest (1970) e lignina (VAN SOEST, 1963). Os carboidratos totais (CT) (SNIFFEN et al., 1992), carboidratos não fibrosos (CNF) (VAN SOEST et al., 1991) e nutrientes digestíveis totais (NDT) (Weiss, 1999) foram estimados a partir das equações:

$$CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%CINZAS)$$

$$CNF (\%) = 100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%CINZAS)$$

$$NDT (\%) = 0,98 \times (100 - FDN - PB - cinzas - EE - 1) + (0,93 \times PB) + (2,25 \times EE) + 0,75 (FDN_{cp} - lignina) \times [1 - (lignina / FDN) \times 0,667] - 7$$

Para o cálculo da energia metabolizável (EM) foram utilizados os valores de NDT e energia digestível (ED) nas equações a seguir, sugeridas pelo NRC (1981):

$$ED (Mcal/kg) = 0,04409 \times NDT(\%)$$

$$EM (Mcal/kg) = 0,82 \times ED (Mcal/kg)$$

A composição bromatológica dos ingredientes e do capim-tobiatã é apresentada na Tabela 1 e a proporção dos ingredientes e a composição bromatológica dos concentrados podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes e do capim-tobiatã com base na matéria seca (%).

	Milho	Raspa de mandioca	Farelo de Soja	Farelo de Trigo	Capim-tobiatã
Matéria seca	92,8	89,2	90,8	91,6	23,1
Matéria orgânica	99,1	97,6	93,2	94,9	60,3
Proteína bruta	8,6	2,8	49,8	18,2	15,9
Proteína metabolizável ⁽¹⁾	10,4	6,7	20,6	10,4	9,7
Energia metabolizável ⁽²⁾	3,6	3,4	2,9	3,1	2,2
Extrato etéreo	9,9	7,6	3,5	11,4	1,3
Fibra em detergente neutro	11,5	7,3	23,4	40,8	70,1
Fibra em detergente ácido	3,0	4,4	10,0	13,1	37,9
Carboidratos não fibrosos ⁽³⁾	69,2	80,2	17,2	24,9	3,6
Carboidratos totais ⁽⁴⁾	80,7	87,5	40,5	65,8	73,7
Nutrientes digestíveis totais ⁽⁵⁾	98,3	95,2	79,7	85,2	61,1

⁽¹⁾Calculado pelo programa CNCPS (CANNAS et al., 2004). ⁽²⁾Obtido a partir de equação proposta pelo NRC (1981). ⁽³⁾Obtido a partir de equação proposta por Van Soest et al. (1991). ⁽⁴⁾Obtido a partir de equação proposta por Sniffen et al. (1992). ⁽⁵⁾Obtido a partir de equação proposta por Weiss (1999).

Tabela 2. Proporções dos ingredientes, composição bromatológica e custo dos concentrados.

Ingredientes (%)	Níveis de substituição (%)			
	0	33	67	100
Milho	39,6	26,4	13,2	0,0
Farelo de soja	42,0	44,9	46,3	47,7
Raspa de Mandioca	0,0	13,0	26,2	39,3
Farelo de trigo	11,1	8,3	7,0	5,6
Calcário	4,0	4,0	4,0	4,0
Mistura mineral ⁽¹⁾	2,3	2,3	2,3	2,3
Fosfato Bicálcico	1,1	1,1	1,1	1,1
Matéria seca	90,9	90,3	91,0	91,3
Matéria orgânica	88,6	89,6	88,9	90,3
Proteína bruta	24,4	26,1	24,2	23,1
Proteína metabolizável ⁽²⁾	12,1	12,2	11,1	10,5
Extrato etéreo	9,7	7,3	8,9	7,2
Fibra em detergente neutro	16,3	15,4	12,0	11,8
Fibra em detergente ácido	6,9	7,0	6,1	6,4
Carboidratos não fibrosos ⁽³⁾	39,3	41,8	44,7	49,0
Carboidratos totais ⁽⁴⁾	55,6	57,3	56,7	60,9
Nutrientes digestíveis totais ⁽⁵⁾	86,5	84,6	86,5	85,9
Energia metabolizável ⁽⁶⁾	3,1	3,1	3,1	3,1
Custo do concentrado (R\$/kg) ⁽⁷⁾	0,99	0,98	0,97	0,95

⁽¹⁾ Suplemento mineral para ovinos, níveis de garantia/ kg: Ca 168g, P 80g, Na 110g, S 40g, Zn 2.700mg, Cu 300mg, Mn 810mg, I 62mg, Co 64mg, Se 17mg. ⁽²⁾ Calculado pelo programa CNCPS (CANNAS et al., 2004). ⁽³⁾ Obtido a partir de equação proposta por Van Soest et al. (1991). ⁽⁴⁾ Obtido a partir de equação proposta por Sniffen et al. (1992). ⁽⁵⁾ Obtido a partir de equação proposta por Weiss (1999). ⁽⁶⁾ Obtido a partir de equação proposta pelo NRC (1981). ⁽⁷⁾ Preços cotados em Setembro de 2012 (São Manuel/SP).

Para a estimativa de consumo de forragem e digestibilidade aparente foram realizadas coletas de fezes no momento em que os animais defecavam, as amostras foram identificadas e armazenadas no freezer em sacos plásticos. Depois de

descongeladas, as amostras foram secas em estufa de ventilação forçada por 72 horas a 55°C, processadas em moinho tipo Wiley com peneira de 1 mm e armazenadas em sacos plásticos. Para os cálculos de digestibilidade, foram realizadas análises de fezes quanto aos teores de matéria seca (MS) e proteína (PB) de acordo com AOAC (1990) e fibra em detergente neutro (FDN) segundo metodologia proposta por Van Soest et al. (1991).

Para estimativa da excreção fecal foi utilizado o indicador externo óxido de cromo (Cr_2O_3). Foram administradas cinco cápsulas de 0,5 gramas de Cr_2O_3 via oral, totalizando 2,5 gramas ao dia, para as oito cabras, às 18h00, por um período de 10 dias, sendo os cinco primeiros dias para estabilização da concentração de Cr_2O_3 nas fezes e os cinco últimos dias para a colheita de fezes que foi realizada às 7h00 e às 18h00. A concentração do indicador nas amostras de fezes foi determinada por espectofotometria de absorção atômica com chama, no Laboratório de Nutrição de Peixes (AquaNutri) da FMVZ/UNESP, após digestão das amostras em ácido nítrico e perclórico, conforme metodologia adaptada de Bremer Neto et al. (2005). A produção fecal foi estimada pela relação entre a quantidade de indicador ingerida e a concentração do indicador presente nas fezes.

Para o cálculo de consumo de forragem, foi utilizado como indicador a FDN indigestível (FDNi) estimada pela incubação *in situ* de amostra de alimento, sobras e fezes no rúmen de quatro cabras fistuladas, por 144 horas (BERCHIELLI et al., 2005). As amostras foram colocadas em sacos de náilon com porosidade de 50 μm , de acordo com a técnica padronizada citada por Vanzant et al. (1998). Cada cabra fistulada foi adaptada a uma das dietas por 12 dias e foram incubados saquinhos do respectivo tratamento em cada animal. Após incubação os saquinhos foram lavados em tanquinho e secos em estufa a 55°C por 72 horas. Em seguida, foram realizadas as análises da FDN segundo metodologia proposta por Van Soest et al. (1991).

Para estimativa do consumo de forragem foi utilizada a equação adaptada por Detmann et al. (2001): $\text{CMS (kg/dia)} = \{[(\text{EF} \times \text{CIF}) - \text{IC}] / \text{CIFO}\}$. Em que: EF = excreção fecal (kg/dia); CIF = concentração do indicador nas fezes; IC = indicador presente no concentrado (kg/dia) e CIFO = concentração do indicador na forragem.

Para os cálculos da digestibilidade da matéria seca (DMS) e digestibilidade de nutrientes (DN) foram utilizadas as seguintes equações (BERCHIELLI et al., 2011):

$$\text{DMS (\%)} = (\text{MS ingerida} - \text{MS excretada} / \text{MS ingerida}) \times 100$$

$$\text{DN (\%)} = \{[(\text{MS ingerida} \times \% \text{ Nutriente}) - (\text{MS excretada} \times \% \text{ Nutriente nas Fezes})] / (\text{MS ingerida} \times \% \text{ Nutriente})\} \times 100$$

As variáveis comportamentais foram registradas a cada ciclo de pastejo, em um mesmo piquete durante os três dias de ocupação, das 7h00 as 18h00, utilizando-se o método da observação visual a cada 10 minutos. Os animais foram identificados com coleiras coloridas e foram observados os seguintes comportamentos: pastejando, ruminando em pé, ruminando deitada, interagindo, bebendo água e ócio e os dados foram transformados em raiz quadrada para análise estatística.

Os dados foram submetidos a análises de variância segundo o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + P_k/Q_i + C_l/Q_i + Q * T_{ij} + e_{ijkl}$$

Em que: Y_{ijkl} = Observação referente à cabra l no quadrado i, do tratamento j e período k; μ = constante inerente às observações; Q_i = efeito do quadrado i ($i = 1, 2$); T_j = efeito do tratamento j ($j = 1, 2, 3$ e 4); P_k/Q_i = efeito do período k no quadrado latino ($k = 1, 2$, e 4); C_l/Q_i = efeito da cabra l no quadrado latino ($l = 1, 2, 3$ e 4); $Q * T_{ij}$ = efeito da interação entre quadrado latino i e tratamento j; e_{ijkl} = erro aleatório referente à observação Y_{ijkl} .

As médias de tratamento foram comparadas pelo teste Tukey e em todas as análises o nível de significância adotado foi 5% de probabilidade. Os dados foram processados pelo software estatístico SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genética, versão 9,0 (UFV, 2000).

Resultados e Discussão

A substituição do milho pela raspa de mandioca não influenciou nos consumos de forragem, concentrado, massa seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia metabolizável (EM) nas diversas formas de expressão (Tabela 3).

O consumo de MS em relação ao peso vivo (PV) foi de 3,4% em média, valor abaixo do estimado (4,6%) e recomendado pelo NRC (2007), contudo, o consumo de nutrientes foi atendido.

De acordo com Mertens (1992), o consumo de MS é positivamente correlacionado com a concentração de FDN quando a energia é fator limitante de ingestão, mas negativamente correlacionado quando a ingestão é limitada pelo enchimento do rúmen. Não houve diferença no consumo de FDN, dessa maneira, o consumo de MS foi regulado pela demanda de energia, visto que os animais apresentaram consumo de 4,314 Mcal/d de energia metabolizável, valor próximo a 4,41 Mcal/d que é recomendado pelo NRC (2007).

O consumo de proteína bruta (PB), em kg por dia, foi maior pelos animais que consumiram 33% de mandioca em relação aos animais do tratamento com 100% de substituição, o que reflete a composição bromatológica do concentrado, no entanto, este comportamento não foi observado para o consumo expresso em %PV e g/kg PV^{0,75}. Da mesma maneira, o consumo de carboidratos não fibrosos (CNF) seguiu a mesma tendência apresentada pela composição do concentrado, ou seja, aumentou conforme a inclusão da raspa de mandioca.

Ao avaliar a substituição do milho pela raspa de mandioca na dieta de cabras Saanen em lactação, Santos Silva (2011) relatou que o consumo de MS, PB e NDT apresentou comportamento quadrático com a substituição, ao passo que a FDN diminuiu linearmente.

Segundo Carvalho et al. (2006), o consumo máximo de $1,2 \pm 0,1\%$ do PV de FDN, sugerido pelo NRC (1989) gado de leite, não pode ser adotado para caprinos devido às diferenças no comportamento ingestivo e na capacidade de processamento da fibra no trato gastrointestinal. De acordo com Van Soest et al. (1998), os caprinos apresentam menor tempo de retenção de partículas no rúmen em relação aos bovinos, o pode que determinar maior capacidade de ingestão. Dessa maneira, Carvalho et al. (2006) relataram consumo de FDN $1,53 \pm 0,4\%$ do PV de cabras Alpinas e recomendam 35,4% de fibra em detergente neutro proveniente da forragem (FDNF) na dieta de cabras em lactação.

Tabela 3. Consumo de forragem, concentrado, massa seca (MS) e nutrientes por cabras em lactação alimentadas com raspa de mandioca em substituição ao milho.

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Médias	CV(%)
	0	33	67	100		
Forragem (kg/d)	0,701	0,692	0,657	0,650	0,675	15,3
Concentrado (kg/d)	0,909	0,903	0,910	0,913	0,909	
MS (kg/d)	1,610	1,595	1,567	1,563	1,584	6,5
%PV	3,48	3,38	3,38	3,43	3,42	7,1
g/kg PV ^{0,75}	90,5	88,5	88,0	88,9	89,0	6,8
PB (kg/d)	0,332 ^{ab}	0,346 ^a	0,325 ^{ab}	0,314 ^b	0,329	5,0
%PV	0,72	0,73	0,70	0,69	0,71	5,6
g/kg PV ^{0,75}	18,7	19,2	18,3	17,8	18,5	5,3
FDN (kg/d)	0,639	0,624	0,570	0,564	0,599	12,1
%PV	1,38	1,32	1,22	1,24	1,29	12,9
g/kg PV ^{0,75}	36,0	34,5	31,9	32,2	33,6	12,6
CNF (kg/d)	0,382 ^d	0,403 ^c	0,430 ^b	0,472 ^a	0,422	0,9
%PV	0,83 ^c	0,86 ^c	0,93 ^b	1,03 ^a	0,91	4,2
g/kg PV ^{0,75}	21,5 ^c	22,4 ^c	24,3 ^b	26,7 ^a	23,7	3,2
NDT (kg/d)	1,215	1,187	1,189	1,181	1,193	5,3
%PV	2,62	2,52	2,57	2,59	2,58	5,9
g/kg PV ^{0,75}	68,3	65,9	66,9	67,2	67,1	5,6
EM (Mcal/d)	4,394	4,293	4,301	4,267	4,314	5,3

PB = proteína bruta. FDN = fibra em detergente neutro. CNF = carboidratos não fibrosos. NDT = nutrientes digestíveis totais. EM = energia metabolizável. CV= coeficiente de variação. PV = peso vivo. PV^{0,75} = peso metabólico. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Não houve efeito da substituição sobre a produção, produção corrigida a 4% e composição do leite (Tabela 4). De acordo com Seymour et al. (2005), a produção de leite possui correlação positiva com o consumo de MS, dessa maneira, como a inclusão

da mandioca não influenciou nesse consumo, não houve interferência na produção de leite.

As dietas foram formuladas para atender as exigências de cabras com peso médio de 50 kg e produção entre 2,0 a 3,2 kg de leite por dia e, segundo o NRC (2007), durante esse período os animais deveriam apresentar perda de peso. No entanto, como a produção de leite foi a mínima esperada, 2,09 kg por dia em média, e as exigências nutricionais foram atendidas, de maneira que os animais tinham potencial para produzir até 3,2 kg de leite por dia, como consequência verificou-se ganho médio diário de 0,062kg em média durante o período experimental.

Tabela 4. Produção e composição do leite de cabras alimentadas com raspa de mandioca em substituição do milho.

Variáveis	Tratamentos				Médias	CV
	(% de raspa de mandioca)					
	0%	33%	66%	100%		
Produção de leite (kg/d)	2,16	2,11	2,06	2,02	2,09	14,50
PL - 4% gordura (kg/d)	1,79	1,63	1,62	1,64	1,67	19,13
Gordura (%)	2,82	2,47	2,53	2,71	2,63	19,48
Proteína (%)	2,44	2,86	3,02	3,35	2,91	23,66
Lactose (%)	3,78	3,80	3,85	3,46	3,72	13,55
Sólidos Totais (%)	10,03	10,08	10,10	10,50	10,17	7,06
ESD (%)	7,21	7,61	7,57	7,79	7,55	7,62
Nitrogênio Ureico (mg/dL)	32,54	33,55	31,98	34,94	33,25	21,04

PL= produção de leite; ESD= extrato seco desengordurado; CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Por outro lado, a produção média de 2,09 kg/dia confirma os resultados obtidos por Mouro et al. (2002a) e Santos Silva (2011) que verificaram exatamente a mesma produção de leite em cabras Saanen alimentadas com farinha de mandioca de varredura e raspa de mandioca em substituição ao milho, respectivamente, em que também não foram observadas diferenças entre os tratamentos na produção de leite.

Ngwa et al. (2009) não verificaram diferenças na produção de leite de cabras alpinas alimentadas com 40 ou 60% de volumoso na dieta. De acordo com Goetsch et

al. (2011), quando o volumoso é de boa qualidade, certas variações no concentrado, e na relação entre volumoso e concentrado, podem não surtir efeito sobre a produção do leite de cabras.

A concentração de gordura no leite é positivamente associada à relação acetato : propionato (SEYMOUR et al. 2005), como não houve diferenças no consumo de forragem, concentrado e FDN, possivelmente, a relação entre estes dois ácidos foi mantida e não influenciou no teor de gordura, que apresentou média de 2,63%.

Carvalho et al. (2006) e Santos Silva (2011) em estudo com cabras Alpinas alimentadas com teor de FDN na dieta semelhante ao da presente pesquisa, reportaram concentração média de 3,2 e 2,8% de gordura no leite, respectivamente.

Ngwa et al. (2009) avaliaram três períodos da lactação de cabras Alpinas, do primeiro ao segundo mês, do terceiro ao quarto e do quinto até o sexto mês e verificaram valor idêntico ao da presente pesquisa (2,63%) no teor de gordura no leite entre o terceiro e quarto mês de lactação. Segundo os autores, há uma depressão na concentração de gordura durante este período em relação aos demais analisados. Além disso, não foi constatado diferença no teor de gordura do leite entre os animais que receberam 40 ou 60% de volumoso na dieta. No entanto, de acordo Seymour et al. (2005) e Costa et al. (2009), a gordura é o componente do leite que mais sofre influência da dieta.

O aumento no teor de proteína no leite pode ser relacionado a maiores consumos de energia (MIN et al. 2005; SEYMOUR et al. 2005), dessa forma, como não houve diferenças no consumo de energia, a substituição do milho pela mandioca também não influenciou nesse constituinte do leite.

As concentrações de proteína, lactose, sólidos totais e extrato seco desengordurado são semelhantes às relatadas em pesquisas com substituição do milho pela mandioca na dieta de cabras e também aos resultados observados na literatura com cabras da raça Alpina (MOURO et al., 2002a; NGWA et al., 2009; SANTOS SILVA, 2011).

Esperava-se que com o aumento do consumo de CNF, proporcionado pela inclusão da mandioca, houvesse um melhor aproveitamento da amônia no rúmen para a produção de proteína microbiana, com consequente diminuição de perdas de nitrogênio via urina e leite. Contudo, as diferenças obtidas no consumo de PB e CNF não

interferiram na concentração do nitrogênio ureico no leite (NUL) que apresentou média de 33,25 mg/dL.

De acordo com Rapetti et al. (2014) existe correlação positiva entre NUL e o teor de PB da dieta e também entre o balanço de proteína digestível no intestino, ao passo que a correlação com os CNF da dieta é negativa. Os referidos autores observaram grande oscilação na concentração de NUL em cabras Alpinas, de 11,9 a 67,5 mg/dL com média de 34,2 mg/dL, e concluíram que este resultado é reflexo da alta variação no balanço de proteína digestível no intestino.

Mouro et al. (2002b) não verificaram influência da inclusão de farinha de mandioca de varredura na dieta de cabras Saanen sobre o NUL e relataram média de 36,87 mg/dL, valor próximo ao verificado na presente pesquisa.

A inclusão da raspa de mandioca na dieta proporcionou maiores coeficientes de digestibilidade da matéria seca (Tabela 5), este resultado está relacionado ao maior consumo de CNF apresentado (Tabela 3) e pode ser atribuído às características do amido da mandioca.

Tabela 5. Valores de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da dieta total de cabras alimentadas com raspa de mandioca em substituição ao milho.

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Média	CV
	0	33	67	100		
MS	46,8 ^b	47,6 ^b	54,4 ^{ab}	56,7 ^a	51,4	10,3
PB	65,8	67,6	69,8	70,9	68,5	6,3
FDN	54,6	53,6	52,6	55,8	54,1	10,6

CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Diversos autores relatam que a ausência de matriz proteica e menor proporção de amilose conferem ao amido da mandioca maior digestibilidade quando comparada ao amido do milho (McALLISTER et al., 1993; ZEOULA et al., 2003). O que confirma os resultados obtidos por Simas et al. (2008) que avaliaram cinco fontes de amido (milho grosseiramente moído, milho finamente moído, milho floculado a 310 g/l, milho floculado a 360 g/l e raspa de mandioca) na alimentação de vacas em lactação e

verificaram que a digestibilidade ruminal do amido da raspa de mandioca foi maior do que a do milho, independentemente da forma de processamento utilizada.

Já em relação à digestibilidade da PB e FDN, não foi verificado influência da raspa de mandioca em substituição ao milho.

No entanto, Santos Silva et al. (2012) observaram que a substituição do milho pela raspa de mandioca, na alimentação de cabras, não alterou os coeficientes de digestibilidade da MS e PB, que apresentaram médias de 59 e 64%, respectivamente, enquanto a digestibilidade dos CNF aumentou e da FDN diminuiu linearmente com a substituição. Segundo Hoover (1986) e Overton et al. (1995), o aumento da proporção de amido de rápida degradação na dieta pode ocasionar queda na digestibilidade de FDN devido à diminuição do pH ruminal.

A substituição do milho pela raspa de mandioca no concentrado não influenciou no comportamento ingestivo dos animais em pasto (Tabela 6).

Tabela 6. Médias das atividades comportamentais dos animais sob pastejo em função dos níveis de substituição do milho pela raspa de mandioca.

Comportamentos	Níveis de substituição (%)				CV (%)
	0	33	66	100	
Pastejando (min/dia)	343	319	330	317	5,4
Pastejando (%)	51	47	49	47	
Ruminando em pé (min/dia)	25	25	26	26	24,3
Ruminando em pé (%)	4	4	4	4	
Ruminando deitada (min/dia)	60	55	73	45	21,1
Ruminando deitada (%)	9	8	11	7	
Bebendo água (min/dia)	2	1	1	2	64,4
Bebendo água (%)	1	1	1	1	
Interagindo (min/dia)	18	17	20	20	26,1
Interagindo (%)	3	3	3	3	
Ócio (min/dia)	212	243	210	250	7,5
Ócio (%)	33	37	32	38	

CV = coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Este resultado era esperado devido aos concentrados apresentarem composição bromatológica semelhante, pela boa aceitação da raspa de mandioca pelos animais e também pelo consumo total dos concentrados oferecidos.

Santos Silva et al. (2012) avaliaram cinco níveis de substituição do milho pela raspa de mandioca e também não observaram diferenças no comportamento ingestivo de cabras Saanen em lactação alimentadas com cana-de-açúcar como volumoso. Da mesma maneira, Jochims et al. (2010) não verificaram alterações no tempo de pastejo, ruminação e ócio de cordeiras em pastagem de milheto e suplementadas com glúten de milho ou farinha de mandioca.

Conclusão

A inclusão de mandioca na dieta proporciona aumento no consumo de carboidratos não fibrosos e maior digestibilidade aparente da matéria seca, sem influenciar na produção e composição do leite e no comportamento ingestivo dos animais em pasto. Dessa maneira, a raspa de mandioca pode substituir totalmente o milho no concentrado de cabras, com produção média de 2,0 kg de leite por dia, e sua utilização fica ao critério do produtor em função de seu custo e disponibilidade.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem. Arlington, VA.
- BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; CARRILHO, E.N.V.M.; FEITOSA, J.V.; LOPES, A.D. Comparação de marcadores para estimativa de produção fecal e de fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.987-996, 2005.
- BERCHIELLI, T.T.; VEJA-GARCÍA, A; OLIVEIRA, S.G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2011, p. 424.
- BREMER NETO, H; GRANER, C.A.F; PEZZATO, L.E.; PADOVANI, C.R. Determinação de rotina do cromo em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico ajustado da 1,5 difenilcarbazida. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.691-697, 2005.
- CANNAS, A.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N; VAN SOEST, P.J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological value for sheep. **Journal of Animal Science**, v.82, p.149-69, 2004
- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H.; RODRIGUES, C.A.F. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite de cabras da raça Alpina alimentadas com dietas contendo diferentes teores de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1154-1161, 2006.
- COSTA, R.G.; QUEIROGA, R.C.; PEREIRA, R.A.G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.307-321, 2009.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; VALADARES FILHO, S.C.; EUCLYDES, R.F.; LANA, R.P.; QUEIROZ, D.S. Cromo e Indicadores Internos na Determinação do Consumo de Novilhos Mestiços, Suplementados, a Pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1600-1609, 2001.
- DE VRIES, M.F.W. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of hand-plucking method. **Journal Range Management**, v.48, p.370-75, 1995.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analyses** (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Washington: USDA, ARS, 1970. (Agricultural Handbook, 379).
- GOETSCH, A.L.; ZENG, S.S.; GIPSON, T.A. Factors affecting goat milk production and quality. **Small Ruminant Research**, v.101, p. 55– 63, 2011.

GONÇALVES, A.L.; LANA, R.P.; VIEIRA, R.A.M.; HENRIQUE, D.S.; MANCIO, A.B.; PEREIRA, J.C. Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.366-376, 2008.

HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal Dairy Science**, n.69, p.2755-2766, 1986.

JOCHIMS, F.; PIRES, C.C.; GRIEBLER, L.; BOLZAN, A.M.S.; DIAS, F.D.; GALVANI, D.B. Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milho recebendo ou não suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.572-581, 2010.

McALLISTER, T.A.; PHILLIPPE, R.C.; RODE, L.M.; CHENG, K.J. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. **Journal Animal Science**, v.71, p.205-212, 1993.

MERTENS, D.R. Nonstructural and structural carbohydrates. In: **Proceedings large dairy herd management**. 1992. p. 219-235.

MIN, B.R.; HART, S.P.; SAHLU, T.; SATTER, L.D. The effect of diets on milk production and composition, and on lactation curves in pastured dairy goats. **Journal Dairy Science**, v. 88, n.7, p. 2604-2615, 2005.

MOURO, G.F.; BRANCO, A.F.; MACEDO, F.A.F.; GUIMARÃES, K.C.; ALCALDE, C.R.; FERREIRA, R.A.; PROHMANN, P.E.F. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: Produção e composição do leite e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.475-483, 2002a.

MOURO, G.F.; BRANCO, A.F.; MACEDO, F.A.F.; GUIMARÃES, K.C.; ALCALDE, C.R.; FERREIRA, R.A.; PROHMANN, P.E.F. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: Fermentação ruminal e concentrações de uréia plasmática e no leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1840-1848, 2002b.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Goats**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1981. 87p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1989. 158p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. Washington, DC: The National Academic Press, 2007. 362p.

NGWA, A.T.; DAWSON, L.J.; PUCHALA, R.; DETWEILER, G.; MERKEL, R.C.; WANG, Z.; TESFAI, K.; SAHLU, T.; Effects of stage of lactation and dietary forage level on body composition of Alpine dairy goats. **Journal of Dairy Science**, Vol. 92 No. 7, p. 3374–3385, 2009.

OVERTON, T.R.; CAMERON, M.R.; ELLIOTT, J.H.; CLARK, J.H.; NELSON, D.R. Ruminant fermentation and passage of nutrients to the duodenum of lactating cows fed mixtures of corn and barley. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.1981-1991, 1995.

RAMALHO, R.P.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; SANTOS, D.C.; CAVALCANTI, C.V.A.; ROCHA, V.R.R.A. Substituição do farelo de soja pela mistura raspa de mandioca e ureia em dietas para vacas mestiças em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1212-1220, 2006.

RAPETTI, L.; COLOMBINI, S.; GALASSI, G.; CROVETTO, G.M.; MALAGUTTI, L. Relationship between milk urea level, protein feeding and urinary nitrogen excretion in high producing dairy goats. **Small Ruminant Research**, v.121, p.96-100, 2014.

SANTOS SILVA, M.J.M. **Utilização de raspa de mandioca em substituição ao milho na alimentação de cabras Saanen em lactação**. Recife. 2011. 78f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

SANTOS SILVA, M.J.M.S.; CARVALHO, F.F.R.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; FONSECA, N.N.N.; COSTA, M.S. Utilização da raiz de mandioca sobre a digestibilidade e comportamento ingestivo de cabras Saanen em lactação. **Acta Scientiarum**, v.34, n.4, p.401-408, 2012.

SEYMOUR, W.M.; CAMPBELL, D.R.; JOHNSON, Z.B. Relationships between rumen volatile fatty acid concentrations and milk production in dairy cows: a literature study. **Journal Animal Science**, v.119, p.155-169, 2005.

SIMAS, J.M.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; MENDES, C.Q. Efeitos de fontes e formas de processamento do amido na utilização de nutrientes e parâmetros ruminais de vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.5, p.1128-1134, 2008.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VICOSA. **Sistema de Análises Estatística e Genéticas – SAEG**. Versão 9.0. Viçosa, MG, 2000.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds II. A rapid method of the determination of fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Agricultural Chemists**, v.46, n.5, p.829-835, 1963.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J.; McCAMMON-FELDMAN, B.; CANNAS, A. The feeding and nutrition of small ruminants: application of the cornell discount system to the feeding of dairy goats and sheep. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1998. p.95-104.

VANZANT, E.S.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2717-2729, 1998.

WEISS, W. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; GERON, L.J.V.; MAEDA, E.M.; PRADO, I.N.; DIAN, P.H.M.; JORGE, J.R.V.; MARQUES, J.A. Substituição do milho pela farinha de farredura 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.

CAPÍTULO III

CONSUMO E PARÂMETROS RUMINAIS DE CABRAS ALIMENTADAS COM RASPA DE MANDIOCA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO

Resumo - O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a substituição do milho pela raspa de mandioca sobre consumo de massa seca e nutrientes, parâmetros ruminais: pH, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e a degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da dieta. Foram utilizadas quatro cabras não lactantes, fistuladas no rúmen, arranjadas no delineamento em quadrado latino (4 x 4) e mantidas em baias individuais. Os tratamentos consistiram em níveis de substituição (0, 33, 67 e 100%) do milho pela raspa de mandioca no concentrado, diariamente foi cortado capim-tobiatã e fornecido no cocho. A substituição não alterou o consumo de MS e de nutrientes pelas cabras. Não houve influência dos tratamentos na fermentação ruminal, verificou-se média de pH do líquido ruminal de 6,17 e proporções de AGCC em torno de 65:15:10 moles de acetato, propionato e butirato. A inclusão da mandioca aumentou a degradabilidade da fração solúvel da matéria seca do concentrado sem interferir na degradabilidade efetiva (5%/h) e potencial da MS, PB e FDN. A raspa de mandioca pode substituir totalmente o milho no concentrado fornecido às cabras sem interferir no consumo e na fermentação ruminal.

Termos para indexação: capim-tobiatã, caprinocultura, degradabilidade

INTAKE AND RUMINAL FERMENTATION OF GOATS FED CASSAVA REPLACING CORN

Abstract - The present study was designed to evaluate the substitution of corn by cassava on ruminal pH, volatile fatty acids (VFA), ammonia-N (N-NH_3) and degradability *in situ* of dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) of the diet. Were used four does with rumen cannula, distributed in a latin square (4 x 4). The treatments were as following: 0, 33, 67 and 100% replacement of corn by cassava in the concentrate, daily was cut tobiatã grass and provided in the feeders. The inclusion of cassava in the diet did not affect the consumption of dry matter and nutrients by does. There was no effect of treatments on ruminal fermentation, ruminal pH average was 6.17 and the VFA proportions around 65:15:10 acetate, propionate and butyrate. There was no difference between the effective (5%/h) and potential degradability of DM, CP and NDF. Therefore cassava can replace the corn in the concentrate to does no interfering in intake and ruminal fermentation.

Index terms: degradability, does, tobiatã grass

Introdução

A mandioca é um alimento energético alternativo ao milho que pode ser utilizado de diversas formas na alimentação de ruminantes, como em forma de raspas das raízes frescas ou secas, farinhas, silagem da parte aérea da planta, além dos subprodutos de sua industrialização como cascas e farinha de varredura. Existe grande variação na composição bromatológica da mandioca e de seus subprodutos, contudo, como característica comum apresentam altos teores de carboidratos não fibrosos e baixo percentual de proteína bruta (RAMALHO et al., 2006).

Conhecer a taxa de degradação da dieta no rúmen é importante para a melhor eficiência produtiva, pois de acordo com a dinâmica do sincronismo exposta por Nocek & Russell (1988), se a taxa de degradação da proteína excede a taxa de fermentação de carboidratos, grande quantidade da proteína da dieta pode ser perdida como amônia e o processo de desaminação, pelos microorganismos ruminais, pode resultar em maior quantidade de amônia do que aquela necessária para o crescimento microbiano, o que significa um desperdício de proteína, no entanto, se a taxa de fermentação de carboidratos excede a taxa de degradação de proteínas, pode haver diminuição na produção de proteína microbiana.

Diversos autores relatam que a mandioca apresenta maior degradabilidade ruminal, em relação ao milho, em função da característica dos grânulos de amido que não possuem matriz proteica e apresentam menor proporção de amilose (McALLISTER et al., 1993; SIMAS et al., 2008). Dessa maneira, a utilização de alimentos com rápidas taxas de degradação do amido, como no caso a mandioca, podem levar a queda do pH ruminal e alterar os processos de fermentação (RUSSELL & HINO, 1985).

Entretanto, ao avaliar diferentes fontes de amido sobre os parâmetros ruminais de vacas, Simas et al. (2008) não verificaram diferenças na produção total de ácidos graxos de cadeia curta entre os tratamentos que incluíram milho moído, milho floculado ou raspa de mandioca na dieta, os autores observaram que dentre estes três ingredientes o milho floculado foi o que apresentou menor pH ruminal.

De acordo com Mouro et al. (2002), a substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura não influencia na concentração de nitrogênio amoniacal e no pH ruminal de cabras. Contudo, a avaliação da fermentação ruminal das dietas com

inclusão de raspa de mandioca é fundamental para a utilização desse ingrediente na alimentação de caprinos.

Dessa maneira, o experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a substituição do milho pela raspa de mandioca na alimentação de caprinos sobre consumo de massa seca e nutrientes, parâmetros ruminais: pH, ácidos graxos de cadeia curta, nitrogênio amoniacal e a degradabilidade *in situ* das dietas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na UNESP - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, na Área de Produção de Caprinos, tendo sido aprovado pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da mesma instituição, com protocolo de número 30/2012.

Foram utilizadas quatro cabras da raça Saanen não gestantes, não lactantes, com peso corporal médio de $57 \pm 1,3$ kg e fistuladas no rúmen. Os animais foram mantidos em galpão coberto, alojados em baias individuais com área de $3,5 \text{ m}^2$ com acesso a bebedouros, saleiros e cochos para alimentação.

Foi utilizado o delineamento em quadrado latino (4 x 4) para avaliar os efeitos da substituição do milho pela raspa de mandioca nas seguintes proporções:

Tratamento A: 0% de mandioca e 100% de milho.

Tratamento B: 33% de raspa de mandioca e 67% de milho.

Tratamento C: 67% de raspa de mandioca e 33% de milho.

Tratamento D: 100% de raspa de mandioca e 0% de milho.

O experimento teve duração de 62 dias, divididos em três períodos de 15 dias e um de 17 dias. Nos três primeiros períodos, 12 dias foram de adaptação às dietas, no décimo terceiro dia foram colhidas as amostras de líquido ruminal e, ao término da colheita (20h00), foram incubadas amostras de concentrado que foram retirados no décimo quinto dia. O quarto período teve duração de 17 dias, pois além das amostras de concentrado, foram incubados as de forragem, que necessitam de um maior período de incubação (96h).

Para a obtenção das raspas foram adquiridas duas toneladas de raízes de mandioca, recém-colhidas, das variedades IAC 13 e IAC 15 misturadas. As raízes foram

processadas no Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT - Unesp/Botucatu). Para confecção das raspas de mandioca, as raízes foram lavadas, descascadas, picadas em tamanho de aproximadamente entre 2 a 3 cm e secas ao sol até atingirem 89% de matéria seca, quando então, foram ensacadas e armazenadas.

Utilizou-se o programa computacional Small Ruminant Nutrition System (SRNS) com base na estrutura do Cornell Net Carbohydrate and Protein System para ovinos - CNCPS (CANNAS et al., 2004), que se baseia em simulação ruminal, para determinar a composição nutricional das dietas. Com o objetivo de manter as proporções dos ingredientes, utilizou-se a mesma formulação do experimento anterior, ou seja, segundo as recomendações do NRC (2007) para atender as exigências de cabras em lactação com peso médio de 50 kg e produção de até 3,2 kg de leite por dia. As dietas foram formuladas para 60% corresponder ao volumoso (capim-tobiatã) e 40% ao concentrado.

Diariamente o capim-tobiatã, com 28 dias de idade, foi cortado a uma altura de aproximadamente 20 cm do solo e fornecido duas vezes ao dia no cocho, permitindo sobras de 20%. A dieta foi oferecida duas vezes ao dia, às 8h00 e 16h00. O concentrado foi ofertado, permitindo sobras de 10%, em cocho separadamente do volumoso para determinação do consumo que foi calculado pela diferença entre o fornecido e as sobras dos últimos cinco dias de cada período.

Amostras dos ingredientes, das dietas e das sobras foram congeladas para posterior análise. Depois de descongeladas, foram secas em estufa de ventilação forçada por 72 horas a 55°C, processadas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm e armazenadas em sacos plásticos. Os alimentos foram analisados quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína (PB) e extrato etéreo (EE), de acordo com AOAC (1990); fibra em detergente neutro com α -amilase e ureia (FDN) de acordo com Van Soest et al. (1991); fibra em detergente ácido (FDA), segundo metodologia descrita por Goering & Van Soest (1970) e lignina (VAN SOEST, 1963). Os carboidratos totais (CT) (SNIFFEN et al., 1992), carboidratos não fibrosos (CNF) (VAN SOEST et al., 1991) e nutrientes digestíveis totais (NDT) (WEISS, 1999) foram estimados a partir das equações:

$$CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%CINZAS)$$

$$CNF (\%) = 100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%CINZAS)$$

$$\text{NDT (\%)} = 0,98 \times (100 - \text{FDNcp} - \text{PB} - \text{cinzas} - \text{EE} - 1) + (0,93 \times \text{PB}) + (2,25 \times \text{EE}) + 0,75 (\text{FDNcp} - \text{lignina}) \times [1 - (\text{lignina} / \text{FDNcp}) \times 0,667] - 7$$

Para o cálculo da energia metabolizável (EM) foram utilizados os valores de NDT e energia digestível (ED) nas equações a seguir, sugeridas pelo NRC (1981):

$$\text{ED (Mcal/kg)} = 0,04409 \times \text{NDT(\%)}$$

$$\text{EM (Mcal/kg)} = 0,82 \times \text{ED (Mcal/kg)}$$

A composição bromatológica dos ingredientes e do capim-tobiatã é apresentada na Tabela 1 e a proporção dos ingredientes e a composição bromatológica dos concentrados podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes e do capim-tobiatã com base na matéria seca (%).

	Milho	Raspa de mandioca	Farelo de Soja	Farelo de Trigo	Capim-tobiatã
Matéria seca	92,8	89,2	90,8	91,6	19,2
Matéria orgânica	99,1	97,6	93,2	94,9	55,2
Proteína bruta	8,6	2,8	49,8	18,2	14,7
Proteína metabolizável ⁽¹⁾	10,4	6,7	20,6	10,4	9,3
Energia metabolizável ⁽²⁾	3,6	3,4	2,9	3,1	2,2
Extrato etéreo	9,9	7,6	3,5	11,4	1,3
Fibra em detergente neutro	11,5	7,3	23,4	40,8	72,3
Fibra em detergente ácido	3,0	4,4	10,0	13,1	40,9
Carboidratos não fibrosos ⁽³⁾	69,2	80,2	17,2	24,9	3,1
Carboidratos totais ⁽⁴⁾	80,7	87,5	40,5	65,8	75,4
Nutrientes digestíveis totais ⁽⁵⁾	98,3	95,2	79,7	85,2	60,9

⁽¹⁾Calculado pelo programa CNCPS (CANNAS et al., 2004). ⁽²⁾Obtido a partir de equação proposta pelo NRC (1981). ⁽³⁾Obtido a partir de equação proposta por Van Soest et al. (1991). ⁽⁴⁾Obtido a partir de equação proposta por Sniffen et al. (1992). ⁽⁵⁾Obtido a partir de equação proposta por Weiss (1999).

Tabela 2. Proporções dos ingredientes, composição bromatológica e custo dos concentrados.

Ingredientes (%)	Níveis de substituição (%)			
	0	33	67	100
Milho	39,6	26,4	13,2	0,0
Farelo de soja	42,0	44,9	46,3	47,7
Raspa de Mandioca	0,0	13,0	26,2	39,3
Farelo de trigo	11,1	8,3	7,0	5,6
Calcário	4,0	4,0	4,0	4,0
Mistura mineral ⁽¹⁾	2,3	2,3	2,3	2,3
Fosfato Bicálcico	1,1	1,1	1,1	1,1
Matéria seca	90,9	90,3	91,0	91,3
Matéria orgânica	88,6	89,6	88,9	90,3
Proteína bruta	24,4	26,1	24,2	23,1
Proteína metabolizável ⁽²⁾	12,1	12,2	11,1	10,5
Extrato etéreo	9,7	7,3	8,9	7,2
Fibra em detergente neutro	16,3	15,4	12,0	11,8
Fibra em detergente ácido	6,9	7,0	6,1	6,4
Carboidratos não fibrosos ⁽³⁾	39,3	41,8	44,7	49,0
Carboidratos totais ⁽⁴⁾	55,6	57,3	56,7	60,9
Nutrientes digestíveis totais ⁽⁵⁾	86,5	84,6	86,5	85,9
Energia metabolizável ⁽⁶⁾	3,1	3,1	3,1	3,1
Custo do concentrado (R\$/kg) ⁽⁷⁾	0,99	0,98	0,97	0,95

⁽¹⁾ Suplemento mineral para ovinos, níveis de garantia/ kg: Ca 168g, P 80g, Na 110g, S 40g, Zn 2.700mg, Cu 300mg, Mn 810mg, I 62mg, Co 64mg, Se 17mg. ⁽²⁾ Calculado pelo programa CNCPS (CANNAS et al., 2004). ⁽³⁾ Obtido a partir de equação proposta por Van Soest et al. (1991). ⁽⁴⁾ Obtido a partir de equação proposta por Sniffen et al. (1992). ⁽⁵⁾ Obtido a partir de equação proposta por Weiss (1999). ⁽⁶⁾ Obtido a partir de equação proposta pelo NRC (1981). ⁽⁷⁾ Preços cotados em Setembro de 2012 (São Manuel/SP).

Nos dias de colheita de líquido ruminal o fornecimento das dietas foi realizado às 8h00 e às 20h00. Para a determinação dos parâmetros de fermentação foram coletadas amostras de líquido ruminal a cada duas horas por um período de 12 horas,

sendo o início às 08h00 antes do fornecimento das dietas e o final às 20h00, totalizando sete coletas. Foram colhidos 200 ml de conteúdo ruminal, retirado de várias partes do rúmen e filtrado em gaze. Para medição do pH ruminal, uma alíquota de líquido ruminal foi colocada em um Becker de 100 ml, e com medidor de pH digital de bancada, calibrado em soluções tampões, de pH 4,0 e 7,0, realizaram-se as medições.

Para a determinação dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), alíquotas de líquido ruminal foram colocadas em tubos de 15 ml e centrifugadas a 3000 rpm por 15 minutos. Do sobrenadante, 2 ml foram transferidos para tubos de ensaio de 5 ml com tampa, contendo 0,4 ml de ácido fórmico P.A. Estas amostras, em duplicata, foram congeladas até o momento das análises que foram realizadas por meio de cromatografia gasosa, segundo metodologia descrita por Erwin et al. (1961).

Na determinação do nitrogênio amoniacal (N-NH_3), alíquotas de líquido ruminal foram colocadas em tubos de 15 ml e centrifugadas a 3000 rpm por 15 minutos. Do sobrenadante, 2 ml foram transferidos para tubos de ensaio de 5 ml com tampa contendo 1 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Estas amostras, em duplicata, foram congeladas para determinações laboratoriais posteriores, cuja análise foi realizada por meio de colorimetria, segundo metodologia descrita por Kulasek (1972) e adaptado por Foldager (1977).

A degradabilidade *in situ* das dietas experimentais foi avaliada pela técnica descrita por Mehrez & Orskov (1977). Foram utilizados sacos de náilon da Ankon®, (10 x 20 cm) com porosidade de 50 μm , previamente secos em estufa a 55°C por 12 horas, pesados e identificados. As amostras foram processadas em moinho de facas com peneiras de porosidade de 1 mm e aproximadamente quatro gramas de amostra foram colocados em cada saco de náilon, segundo técnica padronizada citada por Vanzant et al. (1998). Os tempos de incubação estabelecidos foram: 0; 1,5; 3; 6; 12; 24 e 48 horas para os concentrados e 0; 6; 12; 24; 48; 72 e 96 horas para a forragem.

Os saquinhos, em triplicata, foram inseridos no rúmen em ordem cronológica reversa, de modo a serem retirados todos simultaneamente no final do tempo de incubação. A degradabilidade no tempo zero foi tomada colocando os sacos de náilon em água a 39°C por 5 minutos antes de serem lavados juntamente com os demais. Imediatamente após a retirada, todos os sacos foram colocados em balde com água gelada para impedir qualquer fermentação posterior e foram lavados em tanquinho até

que o líquido da lavagem fluísse incolor. Em seguida, foram secos em estufa a 65°C com ventilação de ar forçado por um período de 72 horas, esfriados em dessecador e pesados. As amostras foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de acordo com AOAC (1990) e fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com Van Soest et al (1991).

Para estimativa dos parâmetros de degradabilidade dos alimentos, nos diferentes tempos de incubação, foi utilizado o modelo proposto por Orskov & McDonald (1979): $p = a + b(1 - e^{-ct})$, em que “p” é a degradação obtida em cada tempo; “a” é a fração solúvel; “b” é a fração potencialmente degradável; “c” é a taxa de degradação e “t” é o tempo de incubação em horas.

Os parâmetros “a”, “b” e “c” da equação exponencial foram utilizados para calcular a degradabilidade potencial ($Dp = a + b$), representada pela quantidade de alimento que pode se solubilizar ou degradar dentro do rúmen se o tempo não for um fator limitante. A degradabilidade efetiva (De), que representa a quantidade de alimento realmente degradado no rúmen e definida pelo tempo no qual o alimento está realmente no rúmen, foi calculada segundo o modelo matemático proposto por Orskov & McDonald (1979): $De = a + [(b \times c) / (c + k)]$, em que k é a taxa de passagem de sólidos pelo rúmen. No presente estudo, utilizou-se taxa de passagem de MS de 0,02 e 0,05 por hora.

Quando a estimativa do parâmetro “a” foi negativa, o cálculo da degradabilidade ruminal efetiva e potencial foi realizado como descrito acima apenas considerando o parâmetro “a” como valor zero (McDONALD, 1981).

Os dados de consumo e degradabilidade foram submetidos a análises de variância de acordo com o modelo I e os dados pH, N-NH₃ e AGCC segundo o modelo II, as médias de tratamento foram comparadas pelo teste de Tukey.

Modelo I:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + C_k + e_{ijk}$$

Em que: Y_{ijk} = Observação referente à cabra k, no período j e tratamento i; μ = constante inerente às observações; T_i = efeito do tratamento i (i = 1, 2, 3 e 4); P_j = efeito do período j (j = 1, 2, 3 e 4); C_k = efeito da cabra k (k = 1, 2, 3 e 4); e_{ijk} = erro aleatório referente à observação Y_{ijk} .

Modelo II:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + p_j + c_k + p * c_{jk} + H_l + T * H_{il} + e_{ijkl}$$

Em que: Y_{ijkl} = característica observada na hora l, na cabra k, do tratamento i, no período j; μ = constante inerente às observações; T_i = efeito do tratamento i (i = 1, 2, 3 e 4); p_j = efeito do período j (j = 1, 2, 3 e 4); c_k = efeito da cabra k (k = 1, 2, 3 e 4); $p * c_{jk}$ = erro (a); H_l = efeito da hora l (l = 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7); $T * H_{il}$ = efeito da interação entre o tratamento i e hora l; e_{ijkl} = erro (b).

O efeito de tempo de coleta foi estudado por meio de regressão polinomial, pelo procedimento “Regressão Sequencial”, que avalia o efeito de cada variável independente adicionada ao modelo de análise. O modelo eleito foi aquele que apresentou análise de variância da regressão (teste F) e os coeficientes do modelo (teste T) significativo e cuja variável independente foi responsável pela maior parte da explicação (efeito isolado) do modelo completo. Para todas as análises e testes foi adotado o nível de significância de 5%. Os dados foram processados pelo software estatístico SAEG (UFV, 2000).

Resultados e Discussão

A inclusão da mandioca na dieta não alterou o consumo de massa seca (MS) e de nutrientes pelas cabras em nenhuma forma de expressão (kg/d, %PV ou g/kg PV^{0,75}) (Tabela 3). Este resultado pode em parte ser explicado pela semelhança na composição bromatológica das dietas e em parte pela boa aceitação dos animais pela raspa de mandioca.

Da mesma maneira, Simas et al. (2008) não observaram diferenças no consumo de MS em vacas fistuladas e alimentadas com dietas contendo milho ou raspa de mandioca. Por outro lado, Menezes et al. (2004) relataram que o consumo de MS, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e carboidratos não fibrosos (CNF) apresentou relação linear decrescente, enquanto o consumo de fibra em detergente neutro (FDN) não foi influenciado pela substituição do milho pela casca de mandioca no concentrado fornecido à cabritas da raça Saanen.

Tabela 3. Consumo de forragem, concentrado, massa seca (MS) e nutrientes por cabras alimentadas com raspa de mandioca em substituição ao milho.

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Médias	CV (%)
	0	33	67	100		
Forragem (kg/d)	0,619	0,612	0,551	0,507	0,572	16,6
Concentrado (kg/d)	0,461	0,509	0,488	0,455	0,478	18,1
MS (kg/d)	1,079	1,121	1,040	0,963	1,051	16,2
%PV	1,9	2,1	1,8	1,7	1,9	17,2
g/kg PV ^{0,75}	51,9	56,7	50,5	46,9	51,5	16,8
PB (kg/d)	0,210	0,230	0,206	0,185	0,208	16,0
%PV	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	17,1
g/kg PV ^{0,75}	10,1	11,6	10,0	9,0	10,2	16,7
FDN (kg/d)	0,508	0,507	0,445	0,409	0,467	15,9
%PV	0,9	1,0	0,8	0,7	0,8	17,3
g/kg PV ^{0,75}	24,5	25,8	21,7	19,9	23,0	16,8
CNF (kg/d)	0,203	0,235	0,238	0,242	0,230	18,8
%PV	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	20,4
g/kg PV ^{0,75}	9,7	11,8	11,5	11,7	11,2	19,8
NDT (kg/d)	0,777	0,805	0,760	0,701	0,761	16,4
%PV	1,4	1,5	1,3	1,2	1,4	17,3
g/kg PV ^{0,75}	37,3	40,6	36,8	34,1	37,2	16,9
EM (Mcal/d)	2,728	2,862	2,672	2,477	2,685	16,4

PB = proteína bruta. FDN = fibra em detergente neutro. CNF = carboidratos não fibrosos. NDT = nutrientes digestíveis totais. EM = energia metabolizável. CV= coeficiente de variação. PV = peso vivo. PV^{0,75} = peso metabólico. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A média de consumo em relação ao peso vivo (PV) foi de 1,9%, o que está de acordo com a recomendação do NRC (2007) para cabras de 60 kg em manutenção. No entanto, os consumos de PB e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram superiores as

recomendações do NRC (2007) que são de 0,078 e 0,600 kg/dia, respectivamente. Este resultado pode ser atribuído ao alto teor de PB do capim-tobiatã (14,7%) verificado durante a condução do experimento, pois de acordo com análises realizadas anteriormente, esperava-se esse valor em torno de 10%.

Conceição et al. (2009) também não observaram diferenças no consumo de MS e PB, contudo, os autores relataram efeito linear decrescente sobre o consumo de FDN com a inclusão de até 48% de raspa de mandioca na dieta de cordeiros confinados. Na presente pesquisa, à medida que se aumentou a inclusão da mandioca houve diminuição da proporção de FDN no concentrado (Tabela 2), no entanto, as diferenças de teor de FDN entre os tratamentos não influenciaram no consumo. De acordo com Mertens (1992), o consumo de MS é positivamente correlacionado com a concentração de FDN quando a energia é fator limitante de ingestão, mas negativamente correlacionado quando a ingestão é limitada pelo enchimento do rúmen.

A substituição do milho pela raspa mandioca na dieta também não influenciou os parâmetros de fermentação ruminal (Tabela 4). O pH do líquido ruminal apresentou média de 6,17 e valor mínimo de 6,07 aproximadamente 8 horas após a refeição matinal. De acordo com Nagaraja & Titgemeyer (2007), o pH ruminal sofre oscilações durante o período de 24 horas e normalmente pode variar de 5,8 a 6,5.

Tabela 4. Efeito da substituição do milho pela raspa de mandioca sobre a fermentação ruminal de cabras.

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Média	CV(%)
	0	33	66	100		
pH	6,15	6,14	6,17	6,20	6,17	2,5
N-NH ₃ , mg/dL	32,37	32,44	32,09	31,11	32,00	5,8
AGCC Total, mmol/L	87,79	91,81	87,48	88,82	88,97	10,7
Acetato	63,97	67,15	63,12	65,50	64,94	10,4
Propionato	15,04	15,84	14,55	13,83	14,81	13,1
Butirato	8,78	8,82	9,81	9,49	9,23	11,7
Acetato:Propionato	4,34	4,33	4,39	4,88	4,49	5,5

CV = coeficiente de variação. N-NH₃ = nitrogênio amoniacal. AGCC = ácidos graxos de cadeia curta. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A inclusão da mandioca na dieta poderia ter ocasionado a queda do pH pela maior concentração de CNF e consequente aumento das concentrações de glicose ruminal, a qual é normalmente baixa (GALYEAN & RIVERA, 2003). Dessa maneira, a glicose livre presente no líquido ruminal gera o ambiente propício para a rápida reprodução de microrganismos produtores de lactato e consequente diminuição do pH (RUSSELL & DOMBROWSKI, 1980). No entanto, a participação da forragem nas dietas favoreceu a maior concentração de acetato, o que manteve o pH acima de 6 (Figura 1A).

Simas et al. (2008) analisaram o efeito das fontes e formas de processamento do amido (milho grosseiramente moído, milho finamente moído, milho floculado a 310g/l, milho floculado a 360g/l e raspa de mandioca) na fermentação ruminal de bovinos, os autores observaram que a raspa de mandioca proporcionou pH ruminal (6,4) semelhante ao milho moído e maior que o milho floculado, independente das formas de processamento. Ao avaliar níveis de concentrado (0, 33, 66%) na dieta de cabras Alpinas, Min et al. (2005) relataram que o maior nível de suplementação apresentou o menor valor de pH ruminal (6,4).

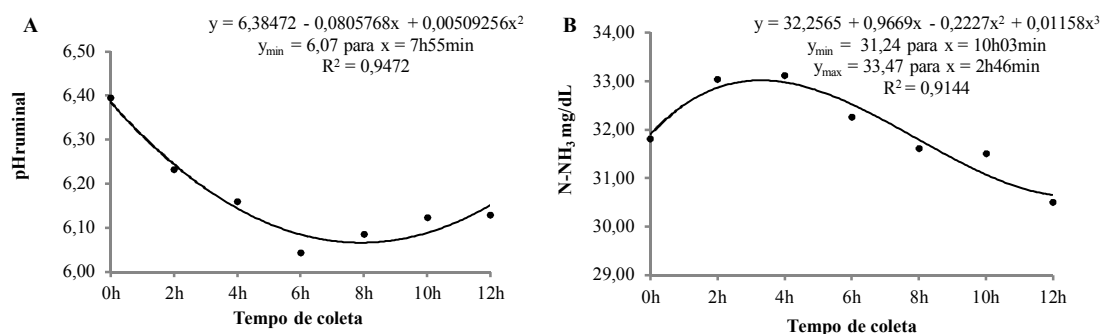


Figura 1. A) Valores médios do pH do líquido ruminal em função do tempo. B) Valores médios da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em função do tempo de coleta de líquido ruminal.

A concentração média de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foi de 32 mg/dL (Figura 1B), valor superior a 23 mg/dL recomendado por Mehrez et al. (1977) para que o organismos potencializem a fermentação microbiana e superior também aos valores sugeridos por Detmann et al. (2009), que indicam 8 mg/100 mL como valor ideal para degradação da FDN e 15 mg/100 mL para otimização do consumo. Esse resultado

evidencia que o maior consumo de CNF, promovido pela inclusão de mandioca na dieta, não foi suficiente para sincronizar a dieta e potencializar a produção de proteína microbiana, o que evitaria o desperdício de proteína observado em todos os tratamentos.

O aumento na proporção das fontes energéticas, milho e raspa de mandioca, e a utilização de proteínas insolúveis nas dietas poderia contribuir na diminuição da produção de amônia. No entanto, muitos ingredientes tradicionalmente utilizados nas rações contêm grandes quantidades de proteínas solúveis que fermentam rapidamente no rúmen, como por exemplo, forragens e farelo de soja, que estão presentes nas dietas experimentais (RUSSELL et al., 1988).

Ao substituir o milho pela farinha de varredura de mandioca na dieta de cabras da raça Saanen, Mouro et al. (2002) relataram valores médios de 6,37 e 16,39 para pH e nitrogênio amoniacal, respectivamente. Os autores também não verificaram diferenças entre os tratamentos, contudo, a média de nitrogênio amoniacal foi praticamente a metade da obtida na presente pesquisa.

A proporção molar dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), acetato:propionato:butirato, foi em média 65:15:9. A concentração total de AGCC apresentou média de 88,97 mmol/L e seu valor máximo (95,36 mmol/L) foi registrado aproximadamente 4h20min após a ingestão da dieta. A relação acetato:propionato foi de 4,5 em média. Estes resultados evidenciam a participação da forragem na dieta, pois de acordo com Lana et al. (1998) animais alimentados exclusivamente com feno apresentam aproximadamente: proporção molar de AGCC de 60:13:6, concentração total de AGCC de 78 mmol/L, relação acetato:propionato de 4,6 e pH 6,5.

Segundo Russell & Hino (1985), dietas baseadas em forragem são ricas em celulose, intermediárias em açúcares solúveis, apresentam baixas quantidades de amido e promovem condições de pH ruminal normalmente maiores. Desta forma, bactérias celulolíticas são as mais ativas e, conseqüentemente, a digestão da celulose e fermentação dos açúcares solúveis por essas comunidades resultam na grande produção de acetato (OWENS & GOETSCH, 1988). De acordo com Min et al. (2005), cabras Alpinas alimentadas com 66% de concentrado na dieta apresentam proporção molar em torno de 42:15:10 (acetato:propionato:butirato).

As curvas de concentração dos AGCC no rúmen apresentaram tendência semelhante, com rápida elevação a partir da alimentação da manhã, pico de

concentração após aproximadamente 4 horas e queda em torno de 2 horas antes da segunda refeição (Figura 2).

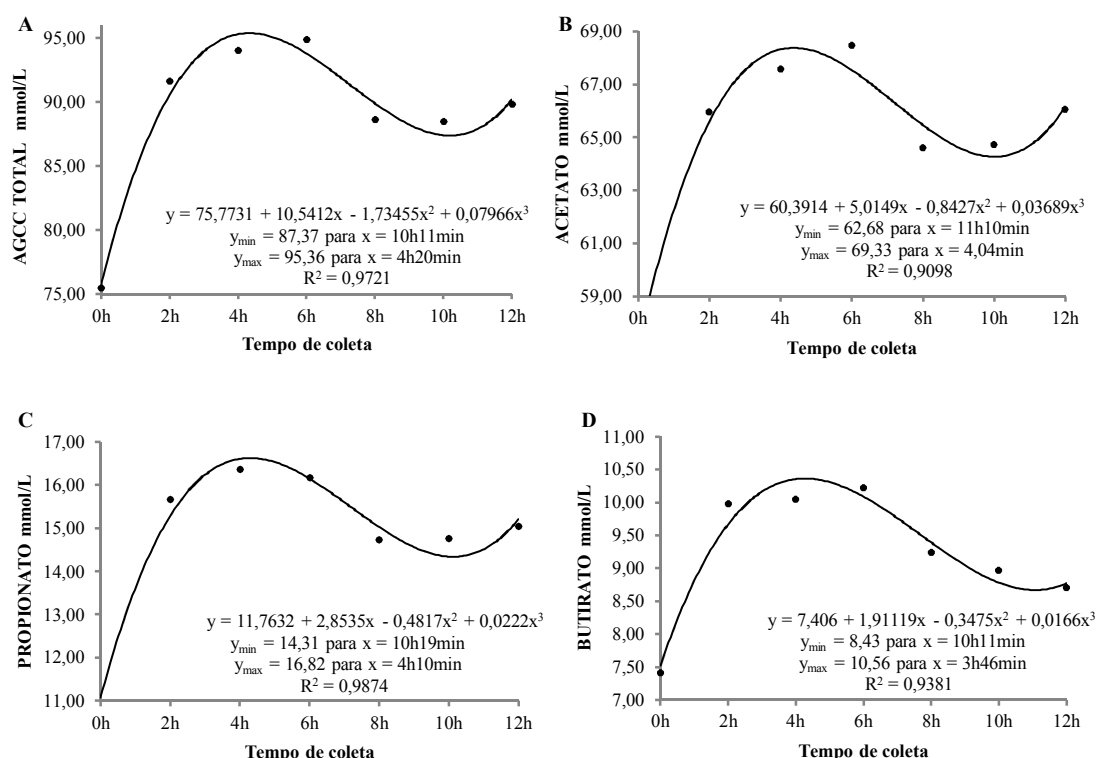


Figura 2. A) Concentração total de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). B) concentração de acetato. C) Concentração de propionato. D) Concentração de butirato em função do tempo de coleta de líquido ruminal.

Em avaliação dos efeitos de diferentes fontes de amido sobre os parâmetros ruminais de vacas, Simas et al. (2008) também não observaram diferenças na produção total de AGCC entre os tratamentos que incluíram milho moído, milho floculado ou raspa de mandioca na dieta, contudo, os autores relataram que a mandioca proporcionou menor produção de acetato e maior de butirato em relação aos demais.

Na avaliação da degradabilidade dos concentrados, verificou-se que a inclusão da mandioca promoveu aumento da fração solúvel “a” da MS e, consequentemente, a fração insolúvel potencialmente degradável “b” foi menor (Tabela 5). Na Figura 3 pode-se observar a influência da mandioca na degradabilidade da MS do concentrado nas primeiras horas de incubação.

Tabela 5. Valores de degradabilidade da fração solúvel “a”, da fração potencialmente degradável “b”, da taxa de degradação “c”, da degradabilidade efetiva (De) para taxas de passagens de 2 e 5% por hora e da degradabilidade potencial (Dp) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) do concentrado.

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Média	CV (%)
	0	33	67	100		
Degradabilidade da MS						
a	35,86 ^b	38,24 ^b	49,85 ^a	51,42 ^a	43,85	3,8
b	57,87 ^a	56,09 ^a	45,19 ^b	42,25 ^b	50,35	4,9
c (%/h)	0,13	0,15	0,14	0,12	0,13	22,1
De (0,02/h)	85,50 ^b	86,64 ^{ab}	88,09 ^a	87,39 ^{ab}	86,91	0,9
De (0,05/h)	76,94	78,69	80,97	80,89	79,38	2,4
Dp	93,74	94,33	95,04	93,67	94,20	1,1
Degradabilidade da PB						
a	15,83 ^a	10,63 ^{ab}	5,02 ^{ab}	0,09 ^b	7,89	74,1
b	83,14 ^b	89,33 ^{ab}	96,05 ^{ab}	103,74 ^a	93,07	8,2
c (%/h)	0,15	0,16	0,12	0,12	0,14	20,5
De (0,02/h)	88,21	88,10	87,06	88,59	87,99	3,8
De (0,05/h)	76,56	75,84	72,40	72,71	74,38	5,8
Dp	98,97	99,96	101,07	103,82	100,95	4,0
Degradabilidade da FDN						
b	108,94	94,39	100,67	110,76	103,69	14,6
c (%/h)	0,05 ^b	0,09 ^a	0,07 ^{ab}	0,05 ^{ab}	0,06	22,3
De (0,02/h)	75,25	75,42	74,0	77,49	75,54	10,9
De (0,05/h)	52,02	58,27	53,83	54,29	54,60	10,0
Dp	108,94	94,39	102,72	110,76	104,20	13,8

CV = coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

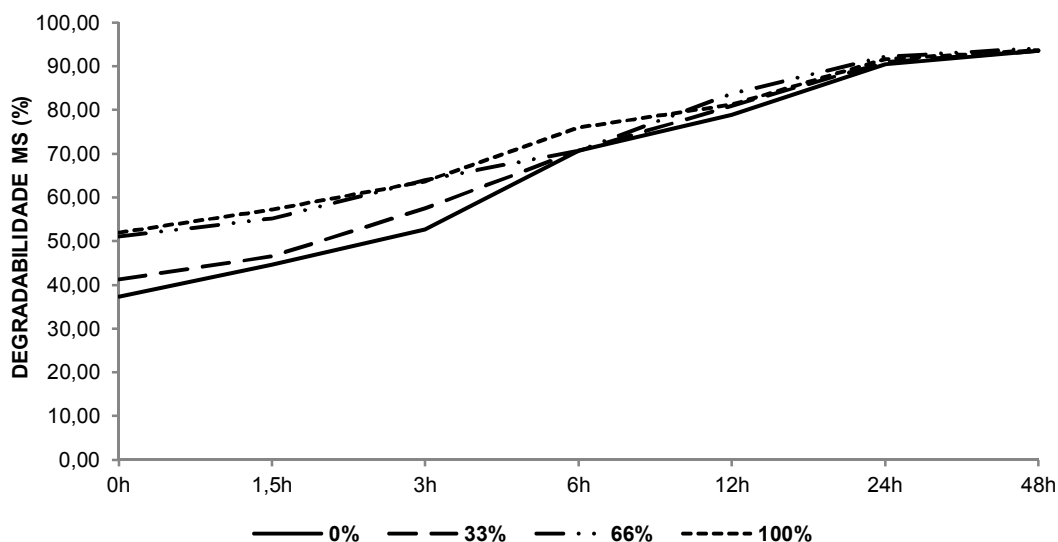


Figura 3. Degradabilidade da matéria seca (MS) dos concentrados em função dos tempos de incubação.

Os parâmetros de degradabilidade das frações “a” e “b” foram influenciados, principalmente, pelas fontes energéticas utilizadas, pois segundo Martins et al. (1999) o milho e a raspa de mandioca apresentam, respectivamente, 32,9 e 55,6% de fração solúvel “a” da MS e parâmetros da fração “b” de 67,1 e 37,9%, resultados semelhantes aos verificados nos concentrados da presente pesquisa.

Esses resultados também estão de acordo com Mouro et al. (2002) que relataram para a fração “a” das dietas aumento linear de 29,9 a 37,2% para a MS, conforme o milho foi substituído por farinha de varredura na ração. Da mesma maneira, os referidos autores observaram que a fração “b” apresentou comportamento inverso, e os valores variaram de 52,8 a 45,4 %.

As taxas de degradação “c” da MS dos concentrados não diferiram entre os tratamentos, o que discorda dos resultados verificados por Mouro et al. (2002), em que a utilização da mandioca apresentou taxa “c” superior a do milho.

Considerando a taxa de passagem (K_p) de 2%/h, o concentrado formulado com 66% de substituição apresentou maior valor de degradabilidade da MS em relação ao tratamento com 0%.

De acordo com Martins et al. (1999) e Zeoula et al. (1999) a raspa de mandioca proporciona maior taxa de passagem a 5%/h em comparação ao milho. No entanto, a

inclusão da mandioca nos concentrados não influenciou a taxa de passagem (K_p) de 5%/h e a degradabilidade potencial (D_p) da MS.

As médias de degradabilidade efetiva (5%/h) e de D_p foram de 79,38 e 94,20%, respectivamente, valores superiores aos relatados por Mouro et al. (2002), de 60 e 82%, respectivamente, em pesquisa com substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura.

Dórea et al. (2013) ao avaliar em novilhas a degradabilidade do capim-elefante com adição de diferentes níveis de raspa de mandioca observaram aumento da taxa da passagem a 2%/h com a adição de mandioca e nenhum efeito desta adição sobre a taxa de passagem a 5%/h.

Em relação à PB, a degradabilidade da fração solúvel “a” diminuiu com a inclusão da mandioca, ao passo que a fração potencialmente degradável “b” aumentou (Figura 4). Este resultado reflete a proporção dos ingredientes utilizados na formulação dos concentrados, de acordo com Goes et al. (2004), o farelo de trigo, que está presente em maior quantidade nos tratamentos com milho, apresenta maior fração solúvel “a” em relação aos outros ingredientes utilizados, ao passo que o farelo de soja, que possui maior participação nos tratamentos com mandioca, apresenta maior fração potencialmente degradável “b”. Além disso, o concentrado com 100% de substituição pela raspa de mandioca apresentou fração “b” de 103,74%, resultado que possivelmente está relacionado à proteína de origem microbiana aderida nas amostras.

Contudo, Mouro et al. (2002) observaram comportamento inverso, ou seja, aumento da fração “a” e diminuição da fração “b” com a inclusão da farinha de varredura de mandioca.

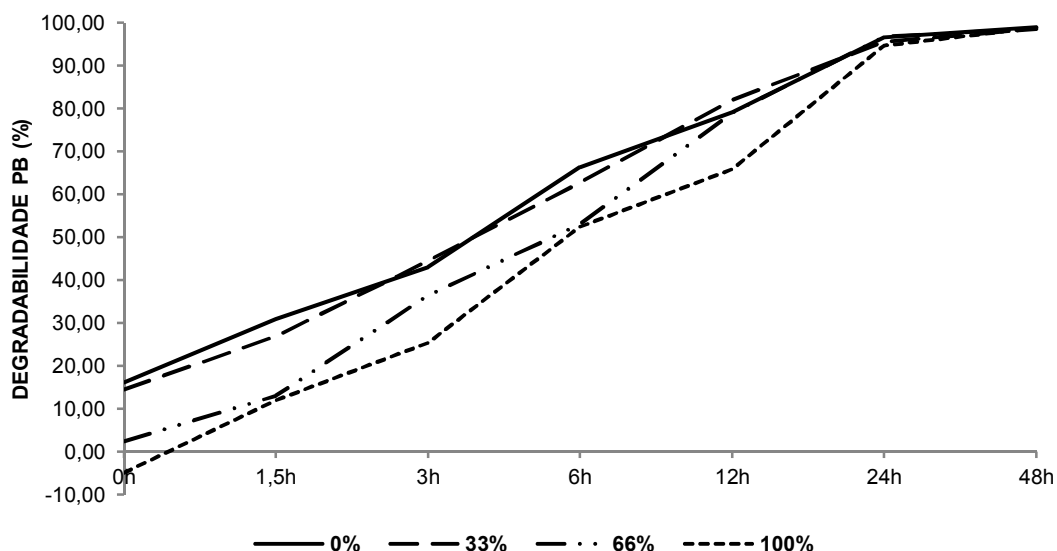


Figura 4. Degradabilidade da proteína bruta (PB) dos concentrados em função dos tempos de incubação.

Não foram constatadas diferenças entre os tratamentos para a taxa de degradação “c”, degradabilidade efetiva (De) e degradabilidade potencial (Dp) da PB.

A degradabilidade da FDN apresentou valores negativos da fração “a”, dessa maneira, o cálculo da degradabilidade efetiva e potencial foi realizado considerando o parâmetro “a” como valor zero. Segundo Pedreira et al. (2014), os valores negativos da fração “a” da FDN se devem ao fato de que a fração fibrosa, possivelmente em quase sua totalidade, apresenta mínima contribuição de componentes solúveis.

Na Figura 5 observa-se que, nas primeiras horas de incubação, este comportamento é mais expresso nos tratamentos com maior inclusão de mandioca, o que sugere que esse resultado pode estar relacionado com a proporção de carboidratos solúveis, ou seja, a rápida fermentação do amido na amostra incubada pode ter elevado a proporção de FDN em relação a MS ainda não degradada.

O tratamento com 33% de substituição apresentou maior taxa de degradação “c” em relação ao tratamento com 0%. Contudo, a partir da terceira hora de incubação estes dois tratamentos apresentaram a mesma tendência e praticamente se igualaram ao final das 48 horas.

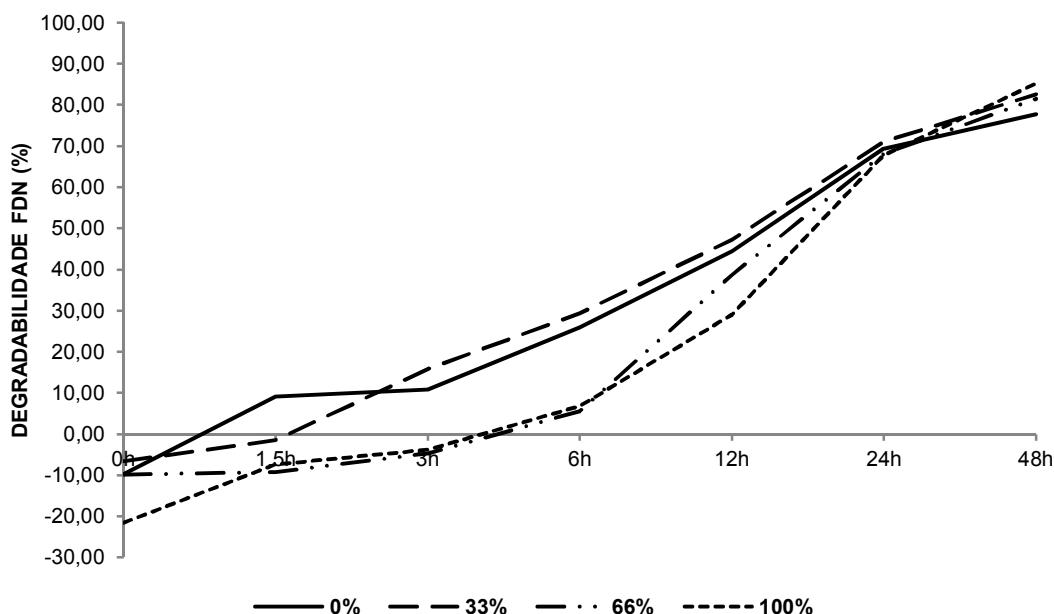


Figura 5. Degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) dos concentrados em função dos tempos de incubação.

Com relação à degradabilidade *in situ* do capim-tobiatã (Figura 6), a fração “a” da FDN apresentou média de 11,26% (Tabela 6), valor superior a 0,67% reportado por Pedreira et al. (2014) que sugerem que esta fração deveria ser próxima a zero. No entanto, os referidos autores relataram ter utilizado peneira de abertura 5 mm ao passo que na presente pesquisa foi utilizada peneira de 1 mm, o que acarretou em maior perda de partículas durante o processo de lavagem.

Em estudo comparativo da cinética de degradação ruminal de forragens tropicais em bovinos e ovinos, Campos et al. (2006) concluíram que o tamanho de partícula do alimento incubado, de 1 ou 2 mm, tem pouca influência nos parâmetros de degradação ruminal. Contudo, os valores da fração solúvel da FDN e FDA observados na presente pesquisa indicam grande perda de partículas, o que sugere que a utilização da peneira de 1 mm não é adequada para avaliação da degradabilidade de forragens.

Por outro lado, Balsalobre et al. (2003) verificaram grande variação na fração solúvel da FDN do capim-tanzânia de acordo a época do ano, com média de 6,56% durante o verão e 10,15% durante a primavera. Além disso, os autores observaram que o nível de resíduo pós-pastejo também pode influenciar na cinética da degradação do capim.

Os resultados de degradabilidade efetiva (0,05/h) e degradabilidade potencial também são superiores aos verificados por Pedreira et al. (2014) que reportaram para o capim-tobiatã valores de degradabilidade efetiva (0,05/h) e degradabilidade potencial de 41,4 e 75,4 para MS e 30,1 e 74,1 para a FDN, respectivamente.

Tabela 6. Valores médios de degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do capim-tobiatã (*Panicum maximum*).

Variáveis	MS	PB	FDN	FDA
a ¹	27,52	39,47	11,26	6,94
b ²	62,09	59,09	77,42	79,09
c (%/h) ³	0,03	0,04	0,03	0,03
De (0,02/h) ⁴	61,63	76,88	53,86	50,56
De (0,05/h) ⁵	47,99	63,66	36,85	33,18
Dp ⁶	89,60	98,57	88,67	86,02

¹a = fração solúvel. ²b = fração potencialmente degradável. ³c = taxa de degradação. ⁴De (0,02/h) = degradabilidade efetiva para taxa de passagem estimada para 2%/h. ⁵De (0,05/h) = degradabilidade efetiva para taxa de passagem estimada para 5%/h. ⁶Dp = degradabilidade potencial.

Os resultados obtidos na presente pesquisa também são superiores aos relatados por Barbero et al. (2009) que em estudo com capim-mombaça verificaram 33,7% de degradabilidade efetiva (0,05/h) e 74,9% de degradabilidade potencial da PB apenas nas folhas da planta.

Rodrigues et al. (2004) avaliaram a degradabilidade *in situ* da matéria seca de 10 forrageiras tropicais, em três idades ao corte, e verificaram que o acesso de *Panicum maximum* (3616 CPAC) registrou uma das melhores médias de desaparecimento (67,2%), degradabilidade potencial (77,7%) e degradabilidade efetiva a 5%/h (35,1%). Os autores justificam que essa superioridade do *Panicum maximum* está relacionada à composição bromatológica da forrageira que ao apresentar menores teores de FDN e lignina proporciona maior degradabilidade ruminal. Pedreira et al. (2014) verificaram na composição do capim-tobiatã 74,1% de FDN e 9,2% de PB, dessa maneira, pode-se afirmar que na presente pesquisa o capim apresentou melhor desempenho (70,1% de

FDN e 15,9% de PB) o que justifica os maiores valores de degradabilidade apresentados.

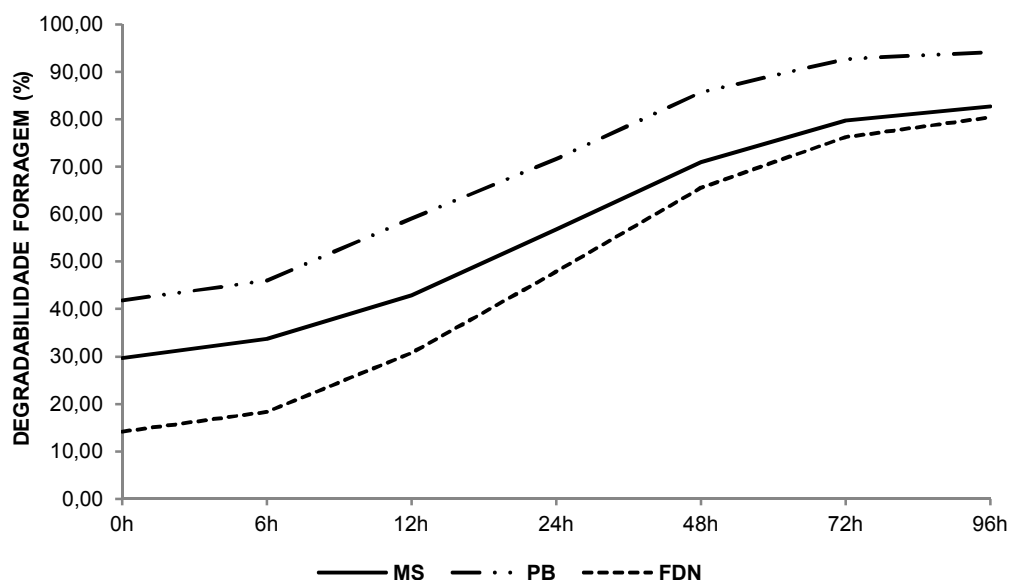


Figura 6. Degradabilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) do capim-tobiatã em função dos tempos de incubação.

O principal entrave do ensaio de degradabilidade em pequenos ruminantes é a limitação do espaço físico do rúmen que exige que pequenas quantidades de material sejam incubadas e, conseqüentemente, a amostra degradada será ainda menor e de alta variabilidade. De acordo com Vanzant et al. (1998) algumas diferenças nos resultados de degradabilidade podem ser atribuídas a esta falta de padronização da amostra, que é resultante de longos períodos de incubação.

Conclusão

A inclusão da mandioca na dieta aumenta a degradabilidade da fração solúvel da matéria seca do concentrado sem influenciar no consumo, no pH e nas concentrações de ácidos graxos de cadeia curta e de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal. Desta maneira, a raspa de mandioca pode substituir totalmente o milho no concentrado fornecido a cabras em manutenção.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington: AOAC International, 1990. p. 1015-1141.
- BALSALOBRE, M.A.A.; CORSI, M.; SANTOS, P.M.; PENATI, M.A.; DEMETRIO, C.G.B. Cinética da degradação ruminal do capim Tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1747-1762, 2003.
- BARBERO, L.M.; CECATO, U.; ZEOULA, L.M. DAMASCENO, J.C.; RODRIGUES, A.M.; GOMES, J.A.N. Degradabilidade *in situ* de estratos de capim-Mombaça adubado com diferentes fontes de fósforo, em pastejo. **Acta Scientiarum**, v. 31, n. 1, p. 1-6, 2009.
- CAMPOS, P.R.S.S.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; DETMANN, E.; LEÃO, M.I.; SOUZA, S.M.; LUCCHI, B.B.; VALADARES, R.F.D. Estudo comparativo da cinética de degradação ruminal de forragens tropicais em bovinos e ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6, p.1181-1191, 2006.
- CANNAS, A.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N; VAN SOEST, P.J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological value for sheep. **Journal of Animal Science**, v.82, p.149-69, 2004.
- CONCEIÇÃO, W.L.F.; FIGUEIRÊDO, A.V.; NASCIMENTO, H.T.S.; VASCONCELOS, V.R.; ALVES, A.A.; DANTAS FILHO, L.A. Valor nutritivo de dietas contendo raspa integral da mandioca para ovinos confinados. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 4, p. 397-402, 2009.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MANTOVANI, H.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SAMPAIO, C.B.; SOUZA, M.A.; LAZZARINI, I.; DETMANN, K.S.C. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis–Menten kinetics. **Livestock Science**. v.126, p.136-146, 2009.
- DOREA, J.R.R.; OLIVEIRA, J.S.; SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; SILVA, T.C.; DANÉS, M.A.C.; FRANCO, A.L.C.; GOUVÊA, V.N.; MIZUBUTI, I.Y. Cinética de degradação ruminal de silagem de capim-elefante com diferentes níveis de jaca e raspa de mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2437-2446, 2013.
- ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acids analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal Dairy Science**, v. 44, p.1768-1771, 1961.
- FOLDAGER, J. **Protein requirement and non-protein nitrogen for high producing cow in early lactation**. Michigan: Michigan State University, MI These (Doctored of Animal Science) – Michigan State University, East Lasing, MI, 1977.
- GALYEAN, M.L.; RIVERA, J.D. Nutritionally related disorders affecting feedlot cattle. **Candan Journal of Animal Science**, v.83, p. 13-20, 2003.

GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R.P. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 1, p. 167-173, 2004.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analyses** (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Washington: USDA, ARS, 1970. (Agricultural Handbook, 379).

KULASEK, G.A. A micromethod for determination of urea in plasma, whole blood cells using urease and phenol reagent. **Polskie Archiwum Weterynaryjne**, v.15, n.4, p.801-810, 1972.

LANA, R.P.; RUSSELL, J.B.; VAN AMBURGH, M.E. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. **Journal Animal Science**, v. 76, p.2190-2196, 1998.

MARTINS, A.S.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; MARTINS, E.N.; LOYOLA, V.R. Degradabilidade ruminal *In Situ* da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1109-1117, 1999.

McALLISTER, T.A.; PHILLIPPE, R.C.; RODE, L.M.; CHENG, K.J. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. **Journal Animal Science**, v.71, p.205-212, 1993.

McDONALD, I. A revised model for estimation of protein degradability in the rumen. **Journal Agriculture Science**, v.96, p.237-239, 1981.

MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agriculture Science**, v.88, n.3, p.645-665, 1977.

MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rate of rumen fermentation in relation concentration. **British Journal Nutrition**, v.38, p.437-443, 1977.

MENEZES, M.P.C.; RIBEIRO, M.N.; COSTA, R.G.; MEDEIROS, A.N. 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.

MERTENS, D.R. Nonstructural and structural carbohydrates. In: **Proceedings large dairy herd management**, 1992. p. 219-235.

MIN, B.R.; HART, S.P.; SAHLU, T.; SATTER, L.D. The effect of diets on milk production and composition, and on lactation curves in pastured dairy goats. **Journal Dairy Science**, v. 88, n.7, p. 2604-2615, 2005.

MOURO, G.F.; BRANCO, A.F.; MACEDO, F.A.F.; GUIMARÃES, K.C.; ALCALDE, C.R.; FERREIRA, R.A.; PROHMANN, P.E.F. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: Fermentação ruminal e concentrações de uréia plasmática e no leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1840-1848, 2002.

NAGARAJA, T.G.; TITGEMEYER, E.C. Ruminal acidosis in beef cattle: The current microbiological and nutritional outlook. **Journal Dairy Science**, v.90 (E. suppl.): E17-E38, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Goats**. Whashington, D.C.: National Academy Press, 1981. 87p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. Washington, DC: The National Academic Press, 2007. 362p.

NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and Energy as an Integrated System. Relationship of Ruminal Protein and Carbohydrate Availability to Microbial Synthesis and Milk Production. **Journal Dairy Science**, v. 71, n.8, p. 2070-2107, 1988.

ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agricultural Science**, v.92, n.1, p.499-508, 1979.

OWENS, F.D., GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D. C. (Ed.). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Long Grove: Wavelend, 1988. p. 145-171.

PEDREIRA, C.G.S.; PEDREIRA, B.C.; BITTAR, C.M.M.; FAUSTINO, M.G.; SANTOS, V.P.; FERREIRA, L.S.; LARA, M.A.S. Produtividade e degradabilidade ruminal da forragem de capins da espécie *Panicum maximum*. **Nativa**, v. 02, n. 03, p. 143-148, 2014.

RAMALHO, R.P.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; LIMA, L.E.; ROCHA, V.R.R.A. Substituição do milho pela raspa de mandioca em dietas para vacas primíparas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1221-1227, 2006.

RODRIGUES, A.L.P.; SAMPAIO, I.B.M.; CARNEIRO, J.C.; TOMICH, T.R.; MARTINS, R.G.R. Degradabilidade *in situ* da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.5, p.658-664, 2004.

RUSSELL, J.B.; DOMBROWSKI, D.B., Effect of pH on the efficiency of growth by pure cultures of rumen bacteria in continuous culture. **Applied and Environmental Microbiology**. v.39, n.3, p.604-610, 1980.

RUSSELL, J.B. & HINO, T. Regulation of Lactate Production in *Streptococcus bovis*: A Spiraling Effect That Contributes to Rumen Acidosis. **Journal Dairy Science**, v.68, p. 1712-1721, 1985.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J.; CHEN, G.J. Enrichment and Isolation of a Ruminant Bacterium with a Very High Specific Activity of Ammonia Production. **Applied and Environmental Microbiology**, v.54, n.4, p.872-877, 1988.

SIMAS, J.M.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; MENDES, C.Q. Efeitos de fontes e formas de processamento do amido na utilização de nutrientes e parâmetros ruminais de vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.5, p.1128-1134, 2008.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VICOSA. **Sistema de Análises Estatística e Genéticas – SAEG**. Versão 9.0. Viçosa, MG, 2000.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds II. A rapid method of the determination of fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Agricultural Chemists**, v.46, n.5, p.829-835, 1963.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

VANZANT, E.S.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2717-2729, 1998.

WEISS, W. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.

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.

CAPÍTULO IV

IMPLICAÇÕES

Os resultados da presente pesquisa indicam que a mandioca pode substituir totalmente o milho do concentrado fornecido a cabras leiteiras sem trazer prejuízos para a produção e composição do leite e sem influenciar na fermentação ruminal.

A maior parte dos artigos verificados na literatura científica aponta a mandioca como um alimento substituto de menor valor em relação ao milho. Durante o ano de 2014, no estado de São Paulo, a tonelada da raiz de mandioca foi cotada em R\$ 280,00 em média, enquanto a do grão milho em R\$ 450,00. No entanto, deve-se levar em consideração que a raiz de mandioca apresenta apenas 30% de matéria seca aproximadamente, ao passo que o grão do milho possui cerca de 93%, dessa maneira, o produtor deve estar atento não só a essa correção mas como também ao custo de confecção da raspa da mandioca que exige certa mão de obra e maquinário. Além disso, a produção da raspa de mandioca exige muitos cuidados, principalmente com a definição do período ideal de sua confecção, tendo em vista que é necessário tempo seco, sol forte e vento adequado para sua secagem, ainda deve-se observar o momento correto de retirada da secagem, pois se ensacadas com menos de 88% de matéria seca todo o material será deteriorado rapidamente. Outro ponto a ser destacado é que a utilização da mandioca impõe a necessidade de maior inclusão de fontes proteicas na ração para compensar seu baixo teor de proteína em relação ao milho.

Contudo, a cotação dessas culturas é influenciada pelo ano, clima, demanda entre outras variáveis. Dessa maneira, a presente pesquisa pode contribuir para a tomada de decisão do pequeno produtor que cultiva tanto milho quanto mandioca, pois de posse dessas informações tem a alternativa de alimentar os animais com o ingrediente de menor custo e vender aquele que estiver em alta.

A utilização de subprodutos da mandioca pode ser uma alternativa viável de diminuir consideravelmente os custos da produção de leite de cabras, no entanto, há carência de informações sobre o assunto na literatura e, diante destes aspectos, sugere-se novas pesquisas com farinha de mandioca de varredura e cascas de mandioca na alimentação de cabras leiteiras, utilizando silagem como volumoso a fim de fixar a relação volumoso:concentrado.