

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**UTILIZAÇÃO DE FARELO DE MANGA INTEGRAL NA DIETA DE CABRAS  
SAANEN EM LACTAÇÃO**

**JANAINA DE LIMA SILVA**

**RECIFE - PE  
FEVEREIRO - 2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**UTILIZAÇÃO DE FARELO DE MANGA INTEGRAL NA DIETA DE CABRAS  
SAANEN EM LACTAÇÃO**

**JANAINA DE LIMA SILVA**  
*Zootecnista*

**RECIFE - PE  
FEVEREIRO - 2014**

**JANAINA DE LIMA SILVA**

**UTILIZAÇÃO DE FARELO DE MANGA INTEGRAL NA DIETA  
DE CABRAS SAANEN EM LACTAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal.

**Comitê de Orientação:**

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Adriana Guim – Orientadora

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho – Coorientador

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Carla Wanderley Mattos - Coorientadora

**RECIFE - PE  
FEVEREIRO - 2014**

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JANAINA DE LIMA SILVA - Nascida em 8 de janeiro de 1983, na cidade de Três Marias, Minas Gerais, onde concluiu o Ensino Fundamental na Escola Estadual General Artur da Costa e Silva, no ano de 1997, e o Ensino Médio na Escola Estadual José Ermírio de Moraes, no ano de 2000. Em fevereiro de 2004 ingressou na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, e em agosto de 2008 formou-se em Zootecnia. Quando acadêmica do Curso de Zootecnia, desenvolveu atividades de monitoria voluntária na disciplina de Zoologia, participou do Projeto Rondon no estado de Minas Gerais, foi bolsista de Iniciação Científica vinculada ao projeto de Pesquisa “Avaliação de Cultivares de *Brachiaria* no Alto Vale do Jequitinhonha” durante 22 meses. Em agosto de 2008 ingressou no Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Durante o período em que cursou o Mestrado, realizou pesquisas com ovinos, para avaliar o efeito de dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta sobre o desempenho animal. Em 25 de junho de 2010 foi aprovada em sua defesa de dissertação. Em agosto de 2010 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, na área de concentração em Produção de Ruminantes, da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Durante o período em que cursou o doutorado, realizou pesquisa com cabras leiteiras, para avaliar a substituição do milho pelo farelo de manga integral na dieta. Em 27 de fevereiro de 2014 defendeu sua tese de doutorado.

“Eu quero crer num mundo sem fome  
eu quero crer num mundo sem guerra  
eu quero crer na dignidade e na paz  
eu quero ver justiça na terra  
Quero ver crianças brincando  
quero ver o mundo se desarmando  
quero crer na liberdade!  
Eu quero crer e quero ver...  
um mundo mais justo com cada cidadão  
porque creio num mundo que ensina  
quero ver um sorriso num rosto sem fome  
quero ver sempre uma bandeira branca hasteando  
não quero muito, apenas um pouco  
apenas cada um se conscientizando  
Conscientizando que o mundo é de todos  
Só é preciso que todos creiam como eu  
que o mundo não está perdido  
só é preciso que todos queiram como eu  
não levantar armas, mas os braços para abraçarem  
não criar mendigos, mas dar oportunidade para trabalharem  
Um só mundo, uma grande família  
em harmonia como o céu que vemos  
assim deve ser o universo terreno  
se cada um de nós cremos mais  
Naquele que não vemos”

*Célia Jardim*

*Aos meus pais, Sônia e Luiz, por me proporcionarem a oportunidade de estudar.*

*A toda minha família, por acreditarem no meu potencial.*

*Aos meus amigos, pelo apoio e companheirismo.*

*Aos meus professores, pelo exemplo e inspiração.*

*Aos animais, por servirem de instrumento para a pesquisa.*

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco – Departamento de Zootecnia, pela oportunidade da realização deste curso, disponibilizando a estrutura física e os animais necessários para a realização da pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Adriana Guim, pela orientação, confiança, paciência e todo ensinamento transmitido, por ser um exemplo de educadora e acima de tudo por ser amiga.

Ao professor Francisco Fernando Ramos de Carvalho e à professora Carla Wanderley Mattos, por serem mais que coorientadores, por serem amigos e dedicarem seu tempo com empenho em transmitir seus conhecimentos.

Aos professores Marcelo de Andrade Ferreira, Ângela Maria Vieira Batista, Roberto Germano da Costa e Robson Magno Liberal Vêras, por fazerem parte da banca examinadora do Exame de Qualificação e contribuírem com a minha formação.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da UFRPE, pelos ensinamentos compartilhados.

Ao professor Daniel Ribeiro Menezes, da Universidade Federal do Vale do São Francisco, pelo apoio e colaboração nas análises bromatológicas e fermentação ruminal *in vitro*.

Ao professor Clécio do Departamento de Química da UFRPE, ao professor Paulo do IFPE e à Técnica de Laboratório Patrícia, do Centro de Apoio à Pesquisa/CENAPEQ da UFRPE, pela colaboração nas análises de perfil de ácidos graxos do leite.

Ao doutorando Diogo Anastácio Garcia, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”/UNESP, e ao professor Idalmo Garcia Pereira, da Universidade Federal de Minas Gerais, pelo apoio, amizade e colaboração nas análises estatísticas deste estudo.

Ao doutorando Osniel Faria de Oliveira, do Departamento de Zootecnia da UFRPE, pela sua colaboração nas análises de compostos fenólicos.

À professora Maria Cláudia Soares, do Instituto Federal do Sertão Pernambucano pela colaboração na produção do farelo de manga.

À Ana Maria Duarte Cabral Belo, pesquisadora do Programa Nacional de Pós-Doutorado da UFRPE, pela amizade e apoio durante a execução do experimento.

À zootecnista Maria Presciliana de Brito Ferreira, responsável pelo setor de caprino-ovinocultura da UFRPE, pela oportunidade do aprendizado do manejo de cabras leiteiras.

Aos funcionários do Programa de Gerenciamento de Rebanhos Leiteiros do Nordeste – PROGENE, pela realização das análises químicas do leite.

À professora Helena Emília Cavalcanti, e às doutorandas Elizabeth Rodrigues, Telga Lucena e Simone Vaz do Laboratório de Biologia Molecular Aplicada à Produção Animal da UFRPE, pela colaboração nas análises bioquímicas do sangue.

Aos alunos da graduação e pós-graduação em Zootecnia da UFRPE, que sempre estiveram presentes nas análises comportamentais. Muito obrigada por disponibilizarem parte do seu tempo!

Às zootecnistas Viviane Araújo e Iolaine Alberto Pessoa, pela colaboração nas análises do leite de cabra.

Ao querido “Lebre”, que foi fundamental no experimento, ordenhando nossas cabrinhas todos os dias. Obrigada por toda a colaboração!

Aos doutorandos Rafael, Cléber e Gabi da UFRPE, pelo apoio nas análises laboratoriais. Obrigada pela convivência e amizade!

Aos meus queridos estagiários e amigos José Diógenes, Jessica Lages, Ana Carolina, Andrea de Paula, João Luís e Ana Jessika, cujo apoio foi fundamental para a realização deste estudo. Muito obrigada pela amizade e companheirismo nestes anos de convívio!

À doutoranda Viviany Santos, da UFRPE, a quem agradeço todo apoio físico e psicológico, quem me deu força em momentos difíceis... Valeu Vivi!

Ao meu amigo e companheiro Marcelus Santos, pelo apoio ao meu estudo e por me fazer rir sempre que estive triste. Obrigada por me fazer feliz!

Aos meus pais, Sônia e Luiz, irmãos, sobrinhos e toda minha família, por acreditarem e me incentivarem nos meus estudos e por todo apoio e carinho.



## SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas.....	<i>Ix</i>
Lista de Figuras.....	<i>Xi</i>
Resumo Geral.....	<i>Xiv</i>
Abstract.....	<i>Xv</i>
Considerações Iniciais.....	16
Capítulo 1 – Referencial Teórico.....	19
Alimentação Mundial – Situação Atual.....	20
Utilização da Manga na Alimentação Animal.....	23
Referências Bibliográficas.....	29
Capítulo 2 – Farelo de Manga Integral em Substituição ao Milho da Dieta: I - Cinética de Fermentação Ruminal <i>In Vitro</i> das Dietas, Comportamento Ingestivo e Perfil Metabólico em Cabras Saanen em Lactação.....	34
Resumo.....	35
Abstract.....	36
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão.....	47
Conclusões.....	69
Referências Bibliográficas.....	70
Capítulo 3 - Farelo de Manga Integral em Substituição ao Milho da Dieta de Cabras Saanen em Lactação: II – Produção e Composição do Leite e Efeitos do Padrão Comportamental e Perfil Metabólico sobre o Desempenho Leiteiro.....	78
Resumo.....	79
Abstract.....	80
Introdução.....	81
Material e Métodos.....	82
Resultados e Discussão.....	91
Conclusões.....	122
Referências Bibliográficas.....	123
Considerações Finais.....	132
Apêndice A.....	133
Apêndice B.....	143

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 2

1.	Composição dos ingredientes das dietas experimentais.....	39
2.	Ingredientes e composição química das dietas experimentais.....	39
3.	Cinética de fermentação ruminal <i>in vitro</i> para as frações de carboidratos fibrosos e não fibrosos e degradabilidade potencial da matéria seca (MS) em 48 h de fermentação considerando os efeitos da substituição do milho pelo farelo de manga integral.....	48
4.	Consumo médio diário e digestibilidade aparente dos nutrientes (g/kg) em cabras leiteiras Saanen alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho.....	53
5.	Tempo de alimentação (TAL), ruminação (TRU), ócio (TO) e mastigação total (TMT), número de bolos ruminados (Bolos) e tempo de mastigação por bolo ruminado (TM/bolo) em cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho.....	57
6.	Eficiência de alimentação e ruminação, mastigações merícicas e períodos de refeição, ruminação e ócio em cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho.....	61
7.	Tempo despendido na ingestão de MS e de FDN, períodos de refeição, ruminação e ócio, tempo de ruminação e mastigação total em cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho.....	62
8.	Frequência de refeições diárias, em relação ao tempo despendido por refeição, em cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho.....	64
9.	Variáveis fisiológicas e procura por água em cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho.....	64
10.	Parâmetros sanguíneos em cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho.....	66
11.	Valores séricos de cálcio, fósforo e magnésio em cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho.....	66

### Capítulo 3

1.	Composição dos ingredientes das dietas experimentais.....	83
2.	Ingredientes e composição química das dietas experimentais.....	83
3.	Produção e composição do leite em cabras Saanen alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho.....	92
4.	Perfil de ácidos graxos (AG) no leite de cabras Saanen alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho.....	96
5.	Cargas das características estudadas para os fatores referentes ao padrão comportamental associado ao desempenho leiteiro.....	100
6.	Análise de variância dos fatores gerados a partir da análise multivariada do agrupamento entre as características referentes ao padrão comportamental associado ao desempenho.....	102
7.	Análise de variância e multi-comparação dos tratamentos das variáveis pertencentes ao Fator 1 obtido a partir do agrupamento entre o padrão comportamental associado ao desempenho leiteiro, avaliadas de acordo com os níveis de substituição do milho pelo farelo de manga integral.....	103
8.	Análise de variância e multi-comparação dos tratamentos das variáveis pertencentes ao Fator 2 obtido a partir do agrupamento entre as características do padrão comportamental associado ao desempenho leiteiro, avaliadas de acordo com os níveis de substituição do milho pelo farelo de manga integral.....	105
9.	Cargas das características estudadas para os fatores referentes ao perfil metabólico associado ao desempenho leiteiro.....	112
10.	Análise de variância dos fatores gerados a partir da análise multivariada do agrupamento entre as características referentes ao perfil metabólico associado ao desempenho leiteiro.....	113
11.	Custo com alimentação, receita proveniente do leite produzido e relação benefício/custo em função da substituição do milho pelo farelo de manga integral.....	121

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 2

1. Produção cumulativa de gases ( $\text{ml g}^{-1}$  de MS) em diferentes tempos de incubação (2 a 120 horas) considerando os efeitos da substituição do milho pelo farelo de manga integral..... 50
2. Tendência da porcentagem de contribuição das atividades comportamentais exibidas pelas cabras Saanen (comendo, ruminando e em ócio) em relação às 24 horas de avaliação..... 59

### Capítulo 3

1. Principais processos comportamentais envolvidos durante a produção e composição do leite em cabras alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho..... 108
2. Principais processos metabólicos envolvidos durante a produção e composição do leite em cabras alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho..... 117

## APÊNDICE A

1A. Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes ao consumo de nutrientes (C) em cabras leiteiras Saanen.....	134
2A. Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes ao coeficiente de digestibilidade aparente de nutrientes (CD%) e o teor de NDT das dietas (%).....	135
3A. Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes ao tempo de alimentação (TAL), tempo de ruminação (TRU), tempo de ócio (TO), tempo de mastigação total (TMT), bolos ruminados diariamente e tempo de mastigação por bolo.....	136
4A. Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes à eficiência de alimentação (EAL), eficiência de ruminação (ERU), mastigações meréricas (MM), períodos de refeição, ruminação e ócio.....	137
5A. Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período (P), animal (A) e valores referentes ao consumo de MS e de FDN (min/kg MS e kg FDN), períodos de refeição, ruminação (RUM) e ócio em minutos, atividades de ruminação (RUM) e mastigação total (MT).....	138
6A. Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período (P), animal (A) e valores referentes às médias da frequência do número de refeições diárias, em relação ao tempo despendido por refeição em minutos.....	139
7A. Volume máximo de gás produzido a partir da fração de carboidratos não fibrosos ( $V_{f_{CNF}}$ ) e de carboidratos fibrosos ( $V_{f_{CF}}$ ), taxa de degradação da fração de carboidratos não fibrosos ( $Kd_{CNF}$ ) e de carboidratos fibrosos ( $Kd_{CF}$ ), volume máximo de gás produzido a partir dos carboidratos totais ( $V_{CT}$ ), taxa de produção de gases total (mT), tempo de colonização das bactérias caracterizado como <i>lag time</i> ou fase de latência (L) e degradabilidade durante incubação de 48 horas, considerando a substituição do milho pelo farelo de manga.....	140
8A. Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes aos parâmetros sanguíneos de cabras Saanen em lactação.....	141

9A. Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes aos níveis séricos de cálcio, fósforo e magnésio em cabras Saanen em lactação.....	142
---	-----

## APÊNDICE B

1B. Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes à produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% (LC3,5%) e 4,0% de gordura (LC4,0%), e corrigida para sólidos totais (LCST), teores (%) de gordura (G), proteína (P), caseína (C), lactose (L), sólidos totais (ST), sólidos não gordurosos (SNG), contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT).....	144
2B. Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes produção de constituintes do leite e eficiência de produção de leite em cabras leiteiras Saanen.....	145
3B. Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período (P), animal (A) e valores referentes aos ácidos graxos identificados no leite de cabras Saanen.....	146
4B. Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período (P), animal (A) e valores referentes aos ácidos graxos saturados total (AGS), ácidos graxos insaturados (AGI), relação AGI:AGS, ácidos graxos desejáveis (AGD), índice aterogênico (IA).....	147

## RESUMO GERAL

Objetivou-se com este estudo avaliar a cinética de fermentação ruminal *in vitro* de dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho. Além deste, avaliou-se em cabras Saanen em lactação o consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo, perfil metabólico, produção e composição do leite e, a partir da análise de fatores, verificou-se os efeitos do padrão comportamental e perfil metabólico sobre o desempenho leiteiro. Foram avaliadas quatro dietas: controle, sem adição de farelo de manga integral, e as demais com 33,3; 66,6 e 100,0% de substituição do milho moído no concentrado pelo farelo de manga integral, mantendo-se relação volumoso:concentrado de 60:40. Utilizaram-se oito cabras Saanen em lactação, multíparas, com peso corporal médio de  $48,72 \pm 1,99$  kg, distribuídas em dois quadrados latinos (4x4), durante 76 dias de confinamento. A produção máxima de gases a partir dos carboidratos totais e o volume de gás produzido a partir dos carboidratos fibrosos reduziram com a substituição do milho pelo farelo de manga integral. Não houve efeitos das dietas testadas sobre o consumo de MS, MO, PB, EE, FDN e consumo de água. Entretanto, houve redução do consumo de CNF e NDT e na digestibilidade aparente da MS, MO, EE, FDN e CNF. Os tempos de alimentação, ócio, mastigação total e eficiência de alimentação não foram alterados, assim como as concentrações sanguíneas de ureia, creatinina, gama glutamiltransferase, aspartato aminotransferase, albumina, proteínas totais, glicose, triglicérides, colesterol total e magnésio. A produção de leite corrigida para gordura e os teores dos constituintes do leite e dos principais ácidos graxos do leite não foram alteradas, com exceção dos teores de gordura do leite, que se elevaram. Com a avaliação econômica, verificou-se redução do custo total da alimentação a partir da substituição do milho pelo farelo de manga integral. Considerando os resultados obtidos, pode-se substituir totalmente o milho nas dietas de cabras leiteiras. Para tanto, a tomada de decisão quanto à utilização do farelo de manga depende de fatores relacionados à disponibilidade do produto e o custo de aquisição na região.

**Palavras-chave:** caprinos, consumo, digestibilidade, leite, perfil metabólico, produção de gases

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the *in vitro* ruminal fermentation kinetics of diets containing mango meal whole replacing corn. Besides this, was to evaluated the intake and digestibility of nutrients, feeding behavior, metabolic profile, yield and composition of milk of Saanen goats in lactation and from the factor analysis evaluate the effects of the behavioral pattern and metabolic profile of dairy performance. Four diets were evaluated: control, no added mango meal whole, and the other with 33.3, 66.6 and 100.0% of replacing corn by mango meal whole in the concentrate, with forage:concentrate of 60:40. Eight multiparous lactating Saanen goats ( $48.72 \pm 1.99$  kg BW) were distributed in two Latin Squares (4x4) during 76 days of confinement. The maximum gas production from total carbohydrates and the volume of gas produced from fibrous carbohydrates decreased with the replacing corn by mango meal whole. There were no effects of the diets tested on intake of DM, OM, CP, EE, NDF and water. However, there were reduction in the NFC and TDN intake and digestibility of DM, OM, EE, NDF and NFC. The times of eating, resting, total chewing and feeding efficiency were not changed, as well as blood concentrations of urea, creatinine, gamma glutamyl transferase, aspartate aminotransferase, albumin, total protein, glucose, triglycerides, total cholesterol and magnesium. Milk yield corrected to fat and milk constituent levels and the main fatty acids of milk were not changed, except for the fat content of milk, which increased. With the economic evaluation there was reduction in the total cost of feeding from the replacing corn by mango meal whole. Considering the results obtained can totally replace corn in diets of dairy goats. Therefore, the decision making regarding the use of mango meal whole depends on factors related to the availability of the product and the cost of acquisition in the region.

**Keywords:** digestibility, gas production, goats, intake, metabolic profile, milk



## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A população mundial é estimada em 7,2 bilhões de pessoas. Esse rápido e contínuo crescimento, verificado nos últimos dez anos, traz consequências em todos os aspectos da vida, principalmente no que diz respeito à alimentação. As previsões apontam que até o ano 2050 o mundo terá mais dois bilhões de pessoas, o que significa aumento da demanda por produtos de origem animal, visto que os hábitos alimentares da população estão em constante mudança.

O aumento no poder de compra devido à melhoria da renda per capita, crescimento da urbanização e a mudança na dieta humana, reflete-se em maior consumo de leite e derivados em países em desenvolvimento. Dessa maneira, estima-se que as produções de bovinos, de caprinos e ovinos deverão aumentar para atender este mercado consumidor. Contudo, o aumento da produção animal implica em maior requerimento de ingredientes utilizados em sua alimentação, indicando demanda futura de aproximadamente 553 milhões de toneladas de grãos.

Estes dados demonstram a necessidade de aumentar a produção de alimentos. No entanto, há o impasse de que os grãos comumente utilizados nos sistemas de produção animal também sejam requeridos na alimentação humana e na produção de biocombustíveis, o que significa competição entre esses setores. Contudo, salienta-se que anualmente cerca de 1,3 bilhões de toneladas de todos os alimentos produzidos são desperdiçados nas lixeiras dos consumidores e varejistas ou perdidos devido à falta de tecnologias adequadas nas fases de colheita e pós-colheita. Deste total, 30% ainda são considerados aptos ao consumo, refletindo em gravíssimo impacto social, ambiental e econômico. O alimento desperdiçado poderia ser utilizado para sanar a fome das cerca de 900 milhões de pessoas que vivem a beira da miséria. As perdas alimentares provocam não somente o acúmulo de resíduos em locais inadequados, mas, por conseguinte, a contaminação de rios e lençóis freáticos, o uso constante da terra nos replantios caracterizados pelas monoculturas e a utilização excessiva dos recursos hídricos, além do desperdício, tanto da energia utilizada no cultivo quanto do combustível gasto no transporte do produto.

O Brasil está entre os dez países que mais desperdiçam alimentos, o que significam perdas de 30% a 40% de frutas e vegetais durante as etapas de produção até

o consumidor final, gerando prejuízos da ordem de oito bilhões de dólares por ano. Mediante este quadro de intensa instabilidade entre demanda por alimentos de consumo humano e o volume crescente de resíduos gerados pelas perdas pós-colheita e pelo desperdício por parte do setor varejista e consumidor, medidas são necessárias para destinar de forma sustentável estes produtos, os quais poderiam se tornar alternativas para a alimentação animal.

Neste sentido, os descartes da fruticultura têm sido propostos como recursos alternativos de baixo custo, com o objetivo de suplementação energética e/ou proteica, visto que a fruticultura irrigada é o principal vetor de desenvolvimento da região do Submédio São Francisco no Nordeste do Brasil. O Nordeste se destaca no cenário nacional como um dos maiores produtores de manga (*Mangifera indica*), com safra de mais de 800 mil toneladas em 2011, equivalente a 70% da produção do país. A alta produtividade desta fruta, aliada a um manejo inadequado durante a produção e pós-colheita, gera perdas que variam de 20% a 40%. Estas perdas, na maioria das vezes, estão associadas ao baixo padrão de qualidade para comercialização, falta de padronização para exportação e os descartes por parte do comércio.

A manga descartada pode ser utilizada na alimentação animal na forma *in natura*, desidratada ou ensilada sem causar efeitos adversos. Na produção de animais leiteiros, esta alternativa alimentar poderia contribuir para a qualidade nutricional das dietas, auxiliando na cadeia produtiva do leite, visto que este é um dos alimentos mais consumidos no mundo e que em futuro próximo poderá se tornar uma das *commodities* mais voláteis da agropecuária, por ser fortemente influenciado pelos preços dos grãos utilizados na alimentação animal. Como qualquer resíduo ou subproduto alimentar, seu valor nutricional é variável, dependendo da região onde é produzido, variedade cultivada, qualidade dos frutos e características edafoclimáticas, sendo necessário estudá-la na nutrição animal. Considerando que 70 a 80% da dieta de animais ruminantes seja constituída por carboidratos e que é necessária a presença de fibra na dieta para a manutenção das funções ruminais e saúde animal; a manga integral (polpa, casca e caroço) poderia ser considerada um concentrado energético alternativo ao milho moído, por apresentar teor de nutrientes digestíveis totais próximo ao do milho.

Sendo a caprinocultura leiteira no Brasil considerada como atividade rentável, que não necessita de grandes áreas para seu desenvolvimento, poderia se tornar

colaboradora nos programas de combate à fome e geração de emprego e renda no campo, especialmente nos programas de fortalecimento da agricultura familiar. Portanto, o aproveitamento de alimentos não utilizados comercialmente poderia ser uma solução eficiente para preencher a lacuna entre a demanda de produtos de origem animal para a população mundial e a necessidade de alimentos para a pecuária, promovendo soluções sustentáveis que reduzam os problemas emergenciais que o mundo enfrenta.

Diante dos fatos apresentados, o presente trabalho foi dividido em três capítulos. No capítulo 1 apresenta-se um referencial teórico, discutindo informações referentes à situação atual da alimentação mundial e a utilização da manga na alimentação animal. No capítulo 2 apresentam-se os resultados referentes aos efeitos da substituição do milho pelo farelo de manga integral sobre a cinética de fermentação ruminal *in vitro* das dietas testadas, e sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo e perfil metabólico de cabras Saanen em lactação. No capítulo 3 apresentam-se os dados referentes à produção e composição do leite, perfil de ácidos graxos do leite, e uma abordagem exploratória dos dados para investigar possíveis efeitos do padrão comportamental e do perfil metabólico sobre o desempenho leiteiro de cabras Saanen em lactação alimentadas com farelo de manga integral em substituição ao milho da dieta.

**CAPÍTULO 1**

---

**REFERENCIAL TEÓRICO**

## Alimentação Mundial – Situação Atual

As previsões apontam que até o ano 2050 o mundo terá uma população de mais de nove bilhões de pessoas, com requerimento de mais de 70% de alimentos como carne e leite. Desta maneira, estima-se que os efetivos de bovinos e de caprinos e ovinos deverão subir para 2,7 e 2,6 bilhões de cabeças, respectivamente (WADHWA; BAKSHI, 2013). Aliado a isso, haverá demanda de aproximadamente 553 milhões de toneladas de grãos utilizados na alimentação animal (FAO, 2012).

Esse aumento da demanda de produtos de origem animal já é evidenciado no incremento da produção de alimentos concentrados para suprir a alimentação animal. Entre os anos de 1980 e 2005 dobrou-se o uso de concentrados em países em desenvolvimento. Particularmente na América Latina, elevou-se para 114 milhões de toneladas comparado aos 64 milhões em 1980, aliado ao incremento de 63 milhões de toneladas de produtos de origem animal, como carne, leite e ovos, que em 2007 totalizaram 115 milhões de toneladas (MAKKAR; BEEVER, 2013). O aumento total no uso de alimentos concentrados no ano de 2012 chegou ao patamar de 873 milhões de toneladas, dos quais cerca de 25% (224,5 milhões) foram utilizados na produção de ruminantes (ALLTECH, 2012).

De acordo com a FAO (2009), existe forte relação entre o aumento da renda per capita e o consumo de produtos de origem animal em classes de baixa renda, com efeito pouco expressivo ou mesmo negativo em classes mais altas. A mudança nos hábitos alimentares demonstra decréscimo no consumo per capita de cereais e vegetais, ao mesmo tempo em que se elevam o consumo de açúcar, gorduras e produtos de origem animal (GUYOMARD et al., 2013).

Devido ao aumento da renda, população, urbanização e mudança na dieta humana, o consumo per capita de leite e derivados tem aumentado em países em desenvolvimento, trazendo oportunidades ao crescimento agropecuário e outros elos da cadeia leiteira, proporcionando melhoria das condições de vida de populações da área rural com potencial de produção (FAO, 2013a).

Acredita-se que no futuro o leite se tornará uma das *commodities* mais voláteis da agropecuária, devido a fatores de influência sobre os preços do mercado mundial (FAO, 2010). Seu preço é fortemente influenciado pelos grãos utilizados na alimentação

animal, apresentando variações de acordo com o ano. O cenário atual mostra um aumento acelerado nos preços da tonelada da soja e do milho (VALOR ECONÔMICO, 2013), devido ao crescimento da oferta mundial de grãos não acompanhar a crescente demanda, a qual é impulsionada pela necessidade de alimentos para os animais, combustível e o suprimento da população mundial em constante crescimento (FAO, 2010).

Apesar do aumento na produção animal, Wadhwa e Bakshi (2013) citaram que o rápido incremento na demanda por esses produtos nos países em desenvolvimento levam a déficit alimentar neste setor. Contudo, alternativas alimentares, também chamadas de “alimentos não convencionais”, poderiam exercer importante papel na correção deste déficit, já que o processamento, distribuição e consumo de frutas e vegetais geram grandes quantidades de resíduos. Como exemplo, tem-se a Índia, Filipinas, China e EUA, que juntos produzem cerca de 55 milhões de toneladas de resíduos alimentares, os quais, na sua maioria, são eliminados no ambiente. Tais recursos poderiam se tornar excelentes fontes de nutrientes e auxiliar a preencher a lacuna entre a demanda e o requerimento de alimento para a produção animal. Aliado a isso, reduziriam o custo com a alimentação animal ao evitar a utilização de grãos também utilizados na alimentação humana e atualmente na produção de biodiesel, gerando maior retorno econômico para os produtores.

Considerando o aumento do consumo de alimentos pela população, supõe-se a necessidade de incrementar a produção de alimentos. No entanto, a cada ano, cerca de um terço de todos os alimentos produzidos, ou seja, cerca de 1,3 bilhões de toneladas, totalizando um trilhão de dólares, é desperdiçado nas lixeiras dos consumidores e varejistas ou são perdidos devido à falta de tecnologias adequadas nas fases de colheita e pós-colheita. Deste total, cerca de 300 milhões de toneladas por ano são alimentos ainda aptos ao consumo, o que representa a produção líquida da África Subsaariana e o suficiente para alimentar parte da população mundial (UNEP, 2013).

No Brasil, aproximadamente 35% da produção agrícola é perdida, colocando-o entre os dez países que mais desperdiçam alimentos, o que significa quantidade que daria para alimentar mais de 10 milhões de pessoas. Estima-se que de 30% a 40% dos hortifrúteis produzidos são desperdiçados entre as etapas de produção até o consumidor, o que corresponde a 1,4% do PIB (GOULART, 2008).

Uma questão importante a se considerar neste contexto é a distinção entre “perda” e “desperdício” de alimento. A perda está relacionada ao processo produtivo, que inclui as etapas de produção, pós-colheita, processamento e distribuição, envolvendo a produção destinada diretamente para o consumo humano, alimentação animal ou biocombustíveis (GUSTAVSSON et al., 2011). Nos países em desenvolvimento, as perdas relacionam-se à inadequada infraestrutura dos meios de produção, enquanto nos países mais desenvolvidos o problema ocorre durante as fases de comercialização e consumo (GUSTAVSSON et al., 2011).

Cerca de um terço da população do mundo, representada por pequenos agricultores que trabalham em menos de dez hectares de terra, é particularmente vulnerável aos impactos negativos das mudanças climáticas, como o estresse hídrico ou a seca, os quais comprometem seriamente a segurança alimentar e os esforços para erradicar a fome mundial. Segundo relatório do Departamento de Informação Pública das Nações Unidas, até 2050, aproximadamente, 20% das pessoas poderão estar em risco de fome por causa das perdas de produtividade relacionadas ao clima, sendo a maioria na África Subsaariana (UNIC, 2012).

No que diz respeito ao termo “desperdício”, este refere-se à redução do volume de alimentos destinados exclusivamente à alimentação humana, ou seja, ocorre na etapa final da cadeia alimentar (atacado e varejo) e consumo. As causas não necessariamente estão relacionadas ao valor nutritivo do alimento, mas muitas vezes são decorrentes do aspecto “estético”, em que se rejeitam alimentos com danos na aparência ou mesmo o não consumo após a compra (BELIK et al., 2012).

O Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais da ONU (DESA), através da Pesquisa Mundial Econômica e Social, efetuada em 2013, cita que o mundo terá cerca de três bilhões de pessoas vivendo em favelas em 2050, caso não haja propostas para enfrentar a rápida urbanização e necessidade por alimentos, infraestrutura e serviços básicos como saneamento, energia elétrica e saúde (ONU, 2013). De acordo com a pesquisa, para se combater a fome e a desnutrição nessas áreas de risco, a produção e o consumo de alimentos terá que mudar. E o principal desafio é aumentar a produção enquanto se minimiza o impacto ambiental a partir da utilização de recursos alternativos.

## Utilização da Manga na Alimentação Animal

O Nordeste do Brasil ocupa 18,3% do território brasileiro (ADENE, 2006) e nesta região destaca-se o Submédio São Francisco, onde se iniciou as primeiras implantações de perímetros irrigados no final da década de 60, cuja principal fonte hídrica é o rio São Francisco (PEREIRA; CARMO, 2010). Devido a isso, um dos mais importantes polos exportadores de frutas tropicais do Brasil encontra-se em Pernambuco, no município de Petrolina. O sucesso da fruticultura neste estado é resultado da combinação do clima tropical com técnicas modernas de irrigação, viabilizando o cultivo agrícola durante todo o ano para atender às necessidades do mercado nacional e internacional (CODEVASF, s.d.).

De acordo com Berardini et al. (2005), dentre as frutas existentes, a manga é uma das mais importantes do mundo, sendo cultivada em mais de 100 países tropicais e subtropicais. O Brasil foi o primeiro país da América a introduzir o cultivo de manga (ANDRADE et al., 2000), e a mangicultura praticada utiliza a espécie *Mangifera indica* da família Anacardeaceae, embora essa família possua muitas outras espécies comestíveis. Acredita-se que sua origem remota seja de regiões do Sudeste Asiático (MUKHERJEE, 1997). Entretanto, Chacko (1986) citou a Índia como berço da origem da manga, onde mais de mil variedades são encontradas, com centenas de espécies crescendo espontaneamente.

Historicamente, o cultivo de manga no Brasil iniciou-se em meados dos anos 80, estendendo-se na década de 90, onde foi explorada de forma extensiva, sendo comuns áreas de plantio em quintais e fundos de vales de pequenas propriedades (SILVA; CORREIA, 2004). Segundo Castro Neto e Cunha (2000), devido a seu excelente sabor e valor nutritivo, a manga é a sétima cultura mais plantada no mundo e a terceira mais cultivada nas regiões tropicais. Atualmente, o Brasil ocupa a primeira posição na classificação de produtores de frutas tropicais da América do Sul, dentre elas a manga, com mais de 76 mil hectares de área plantada e produção de 1.249.521 toneladas em 2011 (FAO, 2013b).

A oferta mundial de manga é da ordem de 28 milhões de toneladas, onde 54% deste total são produzidos na Índia (FAO, 2013b). O Brasil ocupa a sexta colocação (4,4%), com principal fonte de escoamento da produção o mercado interno, onde é



comercializada principalmente na forma *in natura*. Apesar da baixa atividade no mercado internacional, o Brasil encontra-se em segundo lugar entre os três maiores exportadores, sendo o México o maior exportador (ARAÚJO, 2004).

Do ponto de vista socioeconômico, a mangicultura envolve todos os setores sociais, em que apesar da pequena parcela de pequenos produtores visarem abastecimento doméstico, como feiras livres de mercados municipais, há a formação de contratos informais com cooperativas e atacadistas. Esse elo da cadeia produtiva gera empregos indiretos, em que os pequenos produtores (três hectares de área plantada) representam 87% dos mangicultores do Nordeste, mas com apenas 28% da área cultivada. Os grandes produtores (3,88%) cultivam mais de 10 hectares e são responsáveis por quase 52% da área total cultivada na região (SILVA; CORREIA, 2004).

Seu cultivo envolve fatores como radiação solar, temperatura do ar e precipitação pluviométrica. Quanto à exigência hídrica, a mangueira é resistente à seca, por possuir um eficaz sistema radicular capaz de alcançar grandes profundidades, o que permite resistir a períodos de seca de até oito meses. Sendo assim, a região Nordeste apresenta condições climáticas ideais para a mangicultura, com radiação solar global máxima de 528 cal/cm<sup>2</sup>/dia para Petrolina, temperatura do ar variando de 24,2 a 28,2°C, umidade relativa do ar entre 66 a 71,5% e precipitação média anual de 567 mm. Apesar da baixa precipitação média anual, a região possui perímetros irrigados que auxiliam a cultura, já que a alta demanda evapotranspiratória resultam em maior exigência de água (TEIXEIRA; LIMA FILHO, 2004).

A composição química da manga é variável. A casca representa de 7-24% do peso total da fruta (BERARDINI et al., 2005), o caroço ou semente 20 a 60% (FEEDIPEDIA, 2012), (CASTRO NETO; CUNHA, 2000), e a amêndoa, localizada dentro da semente, representa de 45 a 75% de toda a semente (MAISUTHISAKUL; GORDON, 2009). Ravindran et al. (1996) relataram que a amêndoa caracteriza-se por ser rica em taninos, glicosídeos cianogênicos (64 mg/kg MS), oxalatos (42 mg/kg MS) e inibidores de tripsina (20 UIT/g MS), que progressivamente levam à redução nas taxas de crescimento e na eficiência de utilização dos alimentos pelos animais (MOORE, 2004).

Dentre as características atrativas deste fruto, destacam-se a cor, sabor e o cheiro, além de ser rico em carotenoides (entre 48 a 84% de  $\beta$ -caroteno), compostos fenólicos e vitaminas (ROIZEN; PUMA, 2001), sendo considerado o “rei” dentre os frutos do Oriente (POTT et al., 2003). Liu et al. (2013) citaram também os açúcares (frutose, glicose e sacarose) e os ácidos orgânicos como importantes provedores de sabor, ficando os compostos voláteis responsáveis pelo “flavor”. De acordo com Berardini et al. (2005), por ser abundante em compostos “bioativos” (carotenoides, compostos fenólicos, açúcares redutores e vitamina C), a manga apresenta poder antioxidante e o seu consumo diário auxilia na prevenção de doenças degenerativas, como câncer e problemas cardiovasculares.

Sigrist (1983) classificou a manga como uma fruta de alta perecibilidade. Aliado a isso, o manejo inadequado durante a produção e pós-colheita até o consumidor final, resulta em índice médio de perdas da ordem de 28%, podendo variar entre 20% e 40% (CHOUDHURY, 1995; SIGRIST, 1983). Perosa et al. (2009) verificaram perda média de 12,8% do volume de manga comercializado em São Paulo, o que traz prejuízo econômico para produtores, comerciantes, distribuidores e exportadores, além de gerar grande volume de resíduos no ambiente, o qual pode vir a tornar-se recurso alternativo na alimentação animal.

Nesse sentido, a manga pode ser utilizada na alimentação animal na forma *in natura*, desidratada ou ensilada, em até 50% da dieta, sem causar efeitos adversos (GÖHL, 1982). Na forma *in natura*, os frutos podem ser desintegrados para uso imediato devendo-se, para tanto, proceder a quebra do caroço para que haja completo aproveitamento dessa parte e para se evitar obstruções do esôfago e faringe em ruminantes. De acordo com Pereira et al. (2009), devido à resistência do endocarpo, camada interna que envolve a semente da manga, seu aproveitamento só é possível após tratamento físico, permitindo-se alcançar a porção de maior valor nutritivo, acessível às enzimas e microrganismos ruminais. A vantagem de utilizá-la na forma *in natura* é o suprimento de água via alimento no período de escassez hídrica, o qual se constitui um problema no período seco do ano (SANTOS et al., 2013). Além disso, quando há excedente de frutas, como é o caso de períodos de safra onde o descarte de manga é alto, uma das alternativas seria a sua desidratação, permitindo o posterior armazenamento.

De acordo com Santos et al. (2013), a composição químico-bromatológica de frutas e subprodutos utilizados na alimentação animal são bem variáveis, devido ao número de cultivares, qualidade, condições edafoclimáticas e alterações nos processos de beneficiamento das indústrias. Aragão et al. (2012), ao avaliarem diferentes partes da manga, encontraram valores médios de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) respectivamente, de 3,9%, 67,5% e 24,5% no caroço, 3,9%, 39,1% e 59,6% na casca, 3,4%, 22,9% e 69,3% na polpa e 4,4%, 23,9% e 62,8% no farelo de manga produzido pela manga integral desidratada. Avaliando a composição químico-bromatológica de subprodutos de frutas, Pereira et al. (2009) verificaram na manga teores médios de 6,8% de PB, 33,7% de FDN e 23,1% de FDA. Enquanto Pereira et al. (2008), na casca, encontraram teores de 4,9% de PB e 23,7% de FDN, o que demonstra a variação existente entre os subprodutos.

Devido à necessidade de se estudar potenciais usos dos resíduos do processamento de frutas, Huber et al. (2012) caracterizaram a composição química do resíduo agroindustrial da manga Ubá, que apresentou rendimento aproximado de 57, 23, 15 e 5% para polpa, casca, caroço e semente, respectivamente. O farelo obtido do processamento do resíduo foi constituído basicamente de fibra, devido à presença de cascas e envoltórios de semente (epicarpo), tecidos de revestimento contendo elevado teor de celulose, hemicelulose e lignina, e menores teores de lipídios, proteínas, cinzas e minerais. Os autores também verificaram a presença de 5% de compostos fenólicos totais no material seco da casca e caroço.

Aragão et al. (2012), avaliando a substituição do milho pelo farelo de manga nas dietas de ovinos Santa Inês, não verificaram efeitos sobre o consumo de nutrientes, mesmo na dieta com 100% de substituição, demonstrando aceitabilidade do farelo pelos animais. No entanto, Cavalcante et al. (2006) verificaram efeito sobre o consumo de ovinos alimentados com subproduto de manga desidratada, observando-se consumo máximo com a adição de 36,1% nas dietas, onde níveis mais elevados refletiram em redução no consumo devido ao efeito depressivo dos taninos presentes na fruta.

Efeitos depressivos sobre o consumo e digestibilidade de nutrientes em ovinos alimentados com 45 e 60% de amêndoa de manga foram relatados por Anigbogu et al. (2006), devido às propriedades tóxicas dos compostos fenólicos. Concentrações de 4,89% e de 6,84% de fenóis totais foram encontradas na casca e caroço do coproduto de

manga, por Ribeiro (2006). Dependendo da proporção de cascas e, principalmente, de caroço de manga nas dietas de ruminantes, poderão surgir efeitos sobre o consumo e/ou digestibilidade da dieta, devido ao efeito adstringente dos compostos fenólicos, como os taninos, os quais interagem com proteínas, carboidratos e minerais, reduzindo o valor nutritivo das dietas (SHAHIDI; NACZK, 1995). Segundo Pereira et al. (2009), a presença de sementes nos frutos elevam a concentração de tanino no produto. Além disso, teores elevados de lignina são observados em subprodutos compostos por semente, tendendo a aumentar a fração indigestível da dieta. Nas tabelas de composição química dos alimentos propostas por Valadares et al. (2013), verificam-se teores variáveis de lignina nas diferentes partes da manga, com médias de 5,90% na casca, 1,60% no caroço interno (amêndoa) e 13,60% no caroço externo.

Potencial de substituição parcial da silagem de milho por subprodutos de frutas também foi avaliado por Azevêdo et al. (2011), que observaram ausência de efeitos negativos sobre o consumo de matéria seca (MS) em novilhas e maior consumo de CNF no nível de inclusão de 30% de manga, o qual representou 95% a mais deste nutriente em comparação à silagem de milho. Ausência de efeitos sobre os consumos de MS, PB, carboidratos totais (CT) e NDT e para os coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica (MO), CT e CNF em ovinos foi verificado por Rêgo et al. (2010), ao adicionarem o subproduto desidratado do processamento de manga (4 a 16%) na silagem de capim-elefante. Entretanto, reduziu a digestibilidade da MS, PB, FDN e FDA.

Geerkens et al. (2013), ao investigarem a composição química da casca de manga desidratada, verificaram teor médio de fenóis totais de 56,3 mg de equivalentes de ácido gálico/g MS. Dentre os efeitos dos compostos fenólicos citaram o potencial em atenuar a produção de metano no rúmen, podendo este subproduto ser utilizado como aditivo nas dietas de ruminantes, sem afetar o valor nutritivo ou a composição dos ácidos graxos voláteis. Além disso, redução do colesterol sanguíneo e regulação dos níveis de glicose podem ser verificados quando se utiliza ingredientes que contenham fibra e compostos bioativos, como polifenóis e carotenóides, os quais são importantes constituintes de frutas (AJILA; PRASADA RAO, 2013).

Estudos sobre os melhores destinos para subprodutos da agroindústria ocorrem em todo o mundo. Negesse et al. (2009) estudaram o valor nutritivo de fontes não-

convencionais de possíveis alimentos para os animais, dentre eles a manga representada basicamente por casca, com composição média de 66 g de PB, 237 g de FDN, 47 g de lignina, 151 g de fenóis totais, 130 g de taninos totais e 3,8 g de taninos condensados/kg de MS, o que indicou potencial para uso como aditivo de silagens, reduzindo a proteólise e melhorando a utilização de proteína.

Sabe-se que aliado à produção crescente de frutas no Brasil está o aumento anual de milhões de toneladas de resíduos ou descartes pós-colheitas, que se encontram disponíveis, mas, muitas vezes por desconhecimento sobre a melhor forma de utilização, perdem-se recursos valiosos que poderiam ser utilizados na alimentação animal e produção de alimentos de alto valor nutritivo para o homem. Além disso, tem-se o agravante do elevado acúmulo de resíduos em locais inadequados e a contaminação de recursos hídricos e solo e a elevação de vetores de doenças para a população, sendo portanto, relevante encontrar formas sustentáveis de utilização destes resíduos (PEREIRA et al., 2009).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - ADENE. [2006]. **Região semi-árida da área de atuação da Sudene**. Disponível em: <<http://www.adene.gov.br>>. Acesso em: 13/03/2011.
- AJILA, C.M.; PRASADA RAO, U.J.S. Mango peel dietary fibre: Composition and associated bound phenolics. **Journal of Functional Foods**, v.5, p.444-450, 2013.
- ALLTECH. 2012. **Alltech Global Feed Summary**. Disponível em: <http://www.alltech.com/news/news-arti-cles/2012/01/23/global-feed-tonnage-reaches-record-873-million>
- ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G.S.; ZOGHBI, M.G.B. Aroma volatile constituents of Brazilian varieties of mango fruit. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.13, p.27-33, 2000.
- ANIGBOGU, N.M.; BIENSTMAN, P.; VAN DAMME, B.; EZEOKOLI, C.D. Incorporation of Dry *Mangifera indica* Kernel in the Concentrate Ration of Growing Lambs. **Revue D'Elevage et de Medine Veterinaire des Pays Tropicaux**, v.59, p.39-42, 2006.
- ARAGÃO, A.S.L.; PEREIRA, L.G.R.; CHIZZOTTI, M.L.; VOLTOLINI, T.V.; AZEVÊDO, J.A.G.; BARBOSA, L.D.; SANTOS, R.D.; ARAÚJO, G.G.L.; BRANDÃO, L.G.N. Farelo de manga na dieta de cordeiros em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.4, p.967-973, 2012.
- ARAÚJO, J.L.P. Mercado e comercialização da manga. In: MOUCO, M.A.C. **Cultivo da Mangueira**. Sistemas de Produção, Embrapa Semi-Árido, 2004. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/mercado.htm>>. Acesso em: 17/09/2013.
- AZEVÊDO, J.A.G.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; PEREIRA, L.G.R.; SOUZA, N.K.P.; SILVA, L.F.C. Consumo, digestibilidade total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas com subprodutos de frutas para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1052-2060, 2011.
- BELIK, W.; CUNHA, A.R.A.A.; COSTA, L.A. Crise dos alimentos e estratégias para a redução do desperdício no contexto de uma política de segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, n.38, 2012.
- BERARDINI, N.; FEZER, R.; CONRAD, J.; BEIFUSS, U.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. Screening of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars for their contents of flavonol O- and xanthone C-glycosides, anthocyanins, and pectin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.1563-1570, 2005.

CASTRO NETO, M.T.; CUNHA, G.A.P. Aspectos botânicos. In: MATOS, A.P. **Manga Produção: aspectos técnicos**. 1ed. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 63p.

CAVALCANTE, M.A.; CLEMENTINO, R.H.; NEIVA, J.N. Consumo e digestibilidade da matéria seca de dietas contendo diferentes níveis de subproduto da manga. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa - PB: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. CD ROM.

CHACKO, E.K. **Physiology of vegetative and reproductive growth in mango (*Mangifera indica* L.) trees**. In: Proceedings of the First Australian Mango Research Workshop. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Melbourne, pp.54-70, 1986.

CHOUDHURY, M.M. **Perdas de frutas e hortaliças na pós-colheita**. Informe CPATSA, Petrolina, PE. v. 2, n. 20, p. 2, mar. 1995.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA - CODEVASF. [S.D.]. **Codevasf-Pernambuco**. (Cartilha On line). Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/principal/publicacoes/publicacoes-atuais>>. Acesso em: 28/10/2013.

FEEDIPEDIA – Animal Feed Resources Information System. [2012] **Mango (*Mangifera indica*) fruit and by-products**. INRA, CIRAD, AFZ e FAO. Disponível em: <http://www.feedipedia.org/node/516>. Acesso em: 01/11/2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The State of Food and Agriculture: Livestock in the balance**. FAO, Rome, Italy. 2009.

\_\_\_\_\_. **Status of and Prospects for Smallholder Milk Production – A Global Perspective**, by T. Hemme and J. Otte. Rome, 2010.

\_\_\_\_\_. **Balanced feeding for improving livestock productivity – Increase in milk production and nutrient use efficiency and decrease in methane emission**. FAO Animal Production and Health Paper No. 173. Rome, Italy. 2012.

\_\_\_\_\_. [2013a]. **Dairy production and products: Milk and milk products**. Disponível em: <<http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/milk-and-milk-products/en/#.Un0nSfmkp44>>. Acesso em: 24/10/2013.

\_\_\_\_\_. [2013b]. **FAOSTAT – FAO Statistics Division/ProdSTAT: Crops**. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/Q/QL/E>. Acesso em: 23/10/2013.

GEERKENS, C.H.; SCHWEIGGERT, R.M.; STEINGASS, H.; BOGUHN, J.; RODEHUTSCORD, M.; CARLE, R. Influence of apple and citrus pectins, processed

mango peels, a phenolic mango peel extract, and gallic acid as potential feed supplements on in vitro total gas production and rumen methanogenesis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.61, p.5727-5737, 2013.

GÖHL, B. **Les aliments du bétail sous les tropiques**. FAO, Division de Production et Santé Animale, Roma, Italy. 1982.

GOULART, R.M.M. Desperdício de alimentos: Um problema de saúde pública. **Integração**, n.54, p.285-288, 2008.

GUSTAVSSON, J.; CEDERBERG, C.; SONESSON, U. **Global food losses and food waste**. Interpack 2011, Düsseldorf, Germany. FAO, Rome, 2011.

GUYOMARD, H.; MANCERON, S.; PEYRAUD, J-L. Trade in feed grains, animals and animal products: current trends, future prospects and main issues. **Animal Frontiers**, v.3, n.1, p.14-18, 2013.

HUBER, K.; QUEIROZ, J.H.; MOREIRA, A.V.B.; RIBEIRO, S.M.R. Chemical characterization of agricultural by-products from Ubá mango (*Mangifera indica* L.): A perspective for obtaining natural antioxidants. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.6, n.1., 2012.

LIU, F.X.; FU, S.F.; BI, X.F.; CHEN, F.; LIAO, X.J.; HU, X.S.; WU, J.H. Physico-chemical and antioxidante properties of four mango (*Mangifera indica* L.) cultivars in China. **Food Chemistry**, v.138, p.396-405, 2013.

MAISUTHISAKUL, P.; GORDON, M.H. Antioxidant and tyrosinase inhibitory activity of mango seed kernel by product. **Food Chemistry**, v.117, n.2, p.332-341, 2009.

MAKKAR, H.P.S.; BEEVER, D. 2013. **Optimization of feed use efficiency in ruminant production systems**. Proceedings of the FAO Symposium, 27 November 2012, Bangkok, Thailand. FAO Animal Production and Health Proceedings, No. 16. Rome, FAO and Asian-Australasian Association of Animal Production Societies.

MOORE, L.M. **Mango (*Mangifera indica* L.). Plant Guide**. USDA, National Resource Conservation Services, National Plant Data Team, 2004.

MUKHERJEE, S. K. Introduction: Botany and importance. In: LITZ,R.E.[ed.]. **The mango: Botany, production and uses**, CAB International,Wallingford, UK. 1997. p.1-19.

NEGESSE, T.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Nutritive value of some non-conventional feed resources of Ethiopia determined by chemical analyses and na *in vitro* gas method. **Animal Feed Science and Technology**, v.154, p.204-217, 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL – ONU. [2013] **ONU: 3 bilhões de pessoas viverão em favelas em 2050 se mundo não enfrentar rápida urbanização**. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/onu-3-bilhoes-de-pessoas->



[viverao-em-favelas-em-2050-se-mundo-nao-enfrentar-rapida-urbanizacao/](#)>. Acesso em: 04/11/2013.

PEREIRA, M.A.T.; CARMO, R.L. Da agricultura de sequeiro a fruticultura irrigada: condicionantes associados ao dinamismo regional no contexto de Petrolina – PE e Juazeiro – BA. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 17., 2010, Caxambu. **Anais...** Caxambu, 2010. Disponível em: <[http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2010/docs\\_pdf/eixo\\_1/abep2010\\_2446.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2010/docs_pdf/eixo_1/abep2010_2446.pdf)>. Acesso em: 28/10/2013.

PEREIRA, L.G.R.; AZEVEDO, J.A.G.; PINA, D.S.; BRANDÃO, L.G.N.; ARAÚJO, G.G.L.; VOLTOLINI, T.V. **Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e polpa de frutas na alimentação de ruminantes**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009.

PEREIRA, L.G.R.; BARREIROS, D.C.; OLIVEIRA, L.S.; FERREIRA, A.L.; MAURÍCIO, R.M.; AZEVEDO, J.A.G.; FIGUEIREDO, M.P.; SOUSA, L.F.; CRUZ, P.G. Composição química e cinética de fermentação ruminal de subprodutos de frutas no sul da Bahia – Brasil. **Livestock Research for Rural Development**, v.20, n.1, 2008.

PEROSA, J.M.Y.; SILVA, C.S.; ARNALDI, C.R. Avaliação das perdas de manga (*Mangifera indica* L.) no mercado varejista da cidade de Botucatu – SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.3, p.732-738, 2009.

POTT, I.; BREITHAUPT, D.E.; CARLE, R. Detection of unusual carotenoid esters in fresh mango (*Mangifera indica* L. cv. 'Kent'). **Phytochemistry**, v.64, p.825-829, 2003.

RAVINDRAN, V.; SIVAKANESAN, R. The nutritive value of mango seed kernels for starting chicks. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.71, p.245-250, 1996.

RÊGO, M.M.T.; NEIVA, J.N.M.; RÊGO, A.C.; CÂNDIDO, M.J.D.; ALVES, A.A.; LÔBO, R.N.B. Intake, nutrientes digestibility and nitrogen balance of elephant grass silages with mango by-product addition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.74-80, 2010.

RIBEIRO, S.M.S. **Caracterização e avaliação do potencial antioxidante de mangas (*Mangifera indica* L.) cultivadas no estado de Minas Gerais**. 2006. 149f. Tese (Doutorado em Bioquímica Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ROIZEN, M. F.; PUMA, J. L. **A dieta da idade verdadeira**. Rio de Janeiro: Campus, 2001, 328 p.

SANTOS, R.D.; NEVES, A.L.A.; PEREIRA, L.G.R.; ARAÚJO, G.G.L.; COSTA, C.T.F.; OLIVEIRA, G.F. **Utilização do farelo de manga na alimentação de ruminantes**. EMBRAPA Semi-Árido, Circular Técnica (INFOTECA-E), 2013. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/960406>>. Acesso em: 19 de agosto de 2013.

SHAHIDI, F.; NACZK, M.F. **Food phenols: sources, chemistry, effects and applications**. Lancaster. Technomic, 1995, 331p.

SIGRIST, J.M.M. **Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças**. In: CEREDA, M. P.; SANCHES, L. Manual de armazenamento e embalagem - produtos agropecuários. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1983. p. 1-12.

SILVA, P.C.G.; CORREIA, R.C. **Socioeconomia**. In: MOUCO, M.A.C. **Cultivo da Mangueira**. Sistemas de Produção, Embrapa Semi-Árido, 2004. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/socioeconomia.htm>>. Acesso em: 17/09/2013.

TEIXEIRA, A.H.C.; LIMA FILHO, J.M.P. **Clima**. In: MOUCO, M.A.C. **Cultivo da Mangueira**. Sistemas de Produção, Embrapa Semi-Árido, 2004. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/clima.htm>>. Acesso em: 17/09/2013.

UNIC Rio de Janeiro – Centro de Informação das Nações Unidas. [2012] **Fatos sobre a alimentação. Rio +20 o futuro que queremos**. Disponível em: <http://www.ofuturoquenosqueremos.org.br/food.php#facts>. Acesso em: 04/11/2013.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. [2013] **New effort launched to measure and monitor global food loss and waste**. UNEP News Centre. Disponível em: <<http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentID=2752&ArticleID=9656&l=en>>. Acesso em: 08/11/2013.

VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.F.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JR., V.R.; CAPELLE, E.R. [2013]. **CQBAL 3.0 – Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos**. Disponível em: <<http://www.ufv.br/cqbal>>. Acesso em: 28/10/2013.

VALOR ECONÔMICO. [2013] **Commodities agrícolas**. Disponível em: <[www.valor.com.br/valor-data/commodities/agricolas](http://www.valor.com.br/valor-data/commodities/agricolas)>. Acesso em: 07/11/2013.

WADHWA, M.; BAKSHI, M.P.S. [2013] **Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products**. RAP Publication. Disponível em: <[www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)>. Acesso em: 01/11/2013.

## CAPÍTULO 2

---

**Farelo de Manga Integral em Substituição ao Milho da Dieta: I -  
Cinética de Fermentação Ruminal *In Vitro* das Dietas, Comportamento  
Ingestivo e Perfil Metabólico em Cabras Saanen em Lactação**

## RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar a cinética de fermentação ruminal *in vitro* de dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho, bem como o consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo e perfil metabólico de cabras Saanen alimentadas com estas dietas. Os níveis de substituição do milho moído pelo farelo de manga integral no concentrado foram 0 (controle); 33,3; 66,6 e 100,0%, mantendo-se relação volumoso:concentrado de 60:40. Utilizaram-se oito cabras Saanen em lactação, múltiparas, com peso corporal médio de  $48,72 \pm 1,99$  kg, introduzidas no experimento aos 48 dias pós-parto e mantidas até 124 dias de lactação, totalizando 76 dias experimentais. O delineamento experimental utilizado foi duplo quadrado latino (4x4), sendo quatro tratamentos, quatro períodos e quatro animais, por quadrado. Houve redução na produção máxima de gases a partir dos carboidratos totais e no volume de gás produzido a partir dos carboidratos fibrosos com a substituição do milho pelo farelo de manga integral. Entretanto, não foram observados efeitos sobre o consumo de nutrientes, exceto para os CNF e NDT, que reduziram. Redução também foi observada para a digestibilidade aparente da MS, MO, EE, FDN e CNF. O tempo e eficiência de alimentação e o tempo de mastigação total não foram alterados; no entanto ocorreu redução na eficiência de ruminação. As concentrações sanguíneas de ureia, creatinina, GGT, AST, albumina, proteína totais, glicose, triglicerídeos, colesterol total e magnésio não foram alteradas pelos níveis de substituição. Considerando os resultados de consumo, comportamento ingestivo e perfil metabólico, o farelo de manga integral pode substituir totalmente o milho nas dietas de cabras leiteiras. Mas, para otimizar a fermentação ruminal e o equilíbrio entre o metabolismo energético e proteico, sugere-se substituição de até 33% do milho.

**Palavras-chave:** caprinos, consumo, parâmetros sanguíneos, produção de gases, ruminação

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the *in vitro* ruminal fermentation kinetics of diets containing mango meal whole replacing corn, as well the intake and nutrient digestibility, feeding behavior and metabolic profile of Saanen goats fed these diets. Replacement levels of ground corn by mango meal whole were 0 (control); 33.3; 66.6 and 100.0%, maintaining forage:concentrate ratio of 60:40. Eight multiparous lactating Saanen goats ( $48.72 \pm 1.99$  kg BW) were introduced in the experiment 48 days postpartum and maintained up to 124 days of lactation. It was used a double Latin Square (4x4) experimental design, with four treatments, four periods and four animals per square. There was a reduction in the maximum gas production from total carbohydrates and the volume of gas produced from fibrous carbohydrates with replacement of corn by mango meal whole. However, were no effects on intake of nutrients, except for NFC and TDN, which reduced were observed. Reduction was also observed for the apparent digestibility of DM, OM, EE, NDF and NFC. The time and feeding efficiency, and total chewing time were not changed, but there was a reduction in the rumination efficiency. Blood concentrations of urea, creatinine, GGT, AST, albumin, total protein, glucose, triglycerides, total cholesterol and magnesium were not altered by replacement levels. Considering the results of intake, feeding behavior and metabolic profile, mango meal whole can totally replace corn in diets of dairy goats. However, to optimize rumen fermentation and balance between energy and protein metabolism suggest replacing up to 33% of the corn.

**Keywords:** blood parameters, gas production, goats, intake, rumination

## 1. Introdução

Para se alcançar bons índices produtivos do rebanho, faz-se necessário manejo nutricional que propicie ao animal consumo adequado de nutrientes para atender suas exigências de manutenção e produção. Para isso, torna-se relevante conhecer os fatores que afetam o consumo dos animais, visto que um dos limitantes à produção contínua de leite encontra-se na dependência da disponibilidade de alimentos. Para reverter o panorama da baixa eficiência produtiva dos rebanhos, alimentos alternativos, que substituam os grãos convencionalmente utilizados na dieta de animais estão sendo estudados como opção para a redução dos custos com alimentação, poluição ambiental e, principalmente, do desperdício de resíduos alimentares ainda aptos ao consumo.

Os efeitos da utilização de alimentos descartados nas etapas de pós-colheita na alimentação animal ainda não são bem compreendidos. Quando se utiliza alimento alternativo, fazem-se necessárias investigações para a adequação de dietas balanceadas que supram as exigências de distintas categorias animais, visto que este tipo de alimento apresenta variabilidade nutricional. Existem hipóteses de que os resíduos de frutas podem melhorar o desempenho animal e reduzir os custos com alimentação e os impactos de ordem ambiental e social, mediante um destino mais sustentável deste tipo de alimento. Entretanto, quando este produto é utilizado na alimentação em substituição a alimentos convencionais e de amplo conhecimento nutricional, não se sabe até que ponto ele poderá influenciar de forma positiva ou negativa a fermentação ruminal, comportamento ingestivo, perfil metabólico e, conseqüentemente, o desempenho animal.

Uma das técnicas para se identificar o potencial do valor nutritivo do alimento sobre o metabolismo animal é a utilização da digestão *in vitro* (TILLEY; TERRY, 1963), que apresenta alta correlação com a digestibilidade *in vivo*. Além desta, Theodorou et al. (1994) desenvolveram a técnica *in vitro* de produção de gases, que tem por diferencial estimar em laboratório não somente a digestibilidade, mas também a taxa de fermentação das diferentes frações dos alimentos, utilizando-se, para isso, uma quantidade relativamente pequena de amostra. Esta técnica consiste basicamente em mensurar a produção total de gás liberada pela fermentação de uma amostra incubada em líquido ruminal tamponado.

O processo fermentativo em ruminantes é considerado um mecanismo eficiente, pois além de permitir a conversão de carboidratos fibrosos da dieta em ácidos graxos voláteis (acetato, propionato e butirato), responsáveis por 50 a 70% da energia digestível consumida (NRC, 2007), também permite a síntese de proteína microbiana de alto valor biológico, a partir do suprimento de esqueletos carbônicos e fontes dietéticas de nitrogênio. Dentre os ácidos graxos produzidos no rúmen, o propionato, por ser precursor de glicose, torna-se requerido pelos animais durante a lactação e nos últimos estágios de desenvolvimento fetal (LEEK, 1996). Em animais leiteiros, há uma correlação de 93% entre produção de leite e consumo de glicose oriunda de carboidratos. Em cabras lactantes de alta produção foi observado que a glândula mamária utiliza em torno de 60 a 85% de toda a glicose disponível no organismo (FONSECA, 1985).

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar a cinética de fermentação ruminal *in vitro* de dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho bem como o consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo e perfil metabólico de cabras Saanen alimentadas com estas dietas.

## **2. Material e Métodos**

### ***2.1. Local do experimento***

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Sede-Recife, Pernambuco, Brasil.

### ***2.2. Alimentos e Dietas***

Foram avaliadas quatro dietas: controle, sem adição de farelo de manga integral, e as demais com 33,3; 66,6 e 100,0% de substituição do milho moído no concentrado pelo farelo de manga integral, com base na matéria seca (MS). As dietas foram formuladas para serem isoproteicas e conterem 14% de PB na MS, equivalente a 140,0 g de PB/kg de MS. Os ingredientes utilizados nas dietas foram o feno de Tifton (*Cynodon spp.*), grão de milho moído, farelo de soja, ureia, fosfato bicálcico e suplemento vitamínico/mineral (Tabela 1 e 2).

**Tabela 1** – Composição dos ingredientes das dietas experimentais

Nutrientes	Farelo de manga integral	Milho moído	Farelo de soja	Feno de Tifton
Matéria seca <sup>1</sup>	915,10	880,9	870,4	879,0
Matéria orgânica <sup>2</sup>	961,8	982,2	935,8	927,6
Proteína bruta <sup>2</sup>	56,0	89,1	475,0	89,0
Extrato etéreo <sup>2</sup>	41,2	42,0	17,0	14,6
Fibra em detergente neutro <sup>2</sup>	284,0	143,0	155,0	747,0
Fibra em detergente ácido <sup>2</sup>	152,0	41,5	95,0	390,9
Carboidratos não fibrosos <sup>2</sup>	592,0	710,1	315,4	116,5
Celulose <sup>2</sup>	67,0	89,5	45,0	303,1
Lignina <sup>2</sup>	65,0	12,0	15,0	53,0
Fenóis Totais <sup>2</sup>	395,7	-	-	-
Taninos <sup>2</sup>	30,8	-	-	-

<sup>1</sup>g/kg Matéria Natural; <sup>2</sup>g/kg MS

**Tabela 2.** Nível de Inclusão dos Ingredientes e composição química das dietas experimentais

	Substituição do milho pelo farelo de manga integral (%)			
	0	33,3	66,6	100,0
Nível de Inclusão dos Ingredientes (g/kg de MS)				
Feno de Tifton	600,0	600,0	600,0	600,0
Farelo de manga integral	0,0	100,0	200,0	300,0
Milho moído	300,0	200,0	100,0	0,0
Farelo de soja	70,6	69,1	67,7	66,2
Ureia	9,4	10,9	12,3	13,8
Fosfato bicálcico	7,0	7,0	7,0	7,0
Premix Vit./Min. <sup>1</sup>	13,0	13,0	13,0	13,0
Total	1.000,0	1.000,0	1.000,0	1.000,0
Composição química das dietas (g/kg de MS)				
Matéria seca	882,2	885,8	889,4	892,9
Matéria orgânica	927,3	925,3	923,4	921,4
Matéria mineral	72,7	74,9	76,6	78,6
Proteína bruta	140,2	140,4	140,4	140,6
Extrato etéreo	22,6	22,5	22,4	22,2
Carboidratos não fibrosos <sup>2</sup>	314,9	304,10	293,2	282,5
Fibra em detergente neutro	502,0	515,9	529,8	543,7
Fibra em detergente ácido	253,7	264,6	275,5	286,4
Celulose	218,8	209,6	206,5	205,0
Lignina	36,5	41,7	47,0	52,3
Fenóis Totais <sup>3</sup>	-	39,6	79,1	118,7
Taninos Condensados <sup>3</sup>	-	3,1	6,2	9,2
Nutrientes digestíveis totais <sup>4</sup>	639,3	623,6	611,0	600,7

<sup>1</sup>Suplemento Vitamínico/Mineral (Níveis de garantia, nutrientes/kg do produto): Vit. A - 135.000,00 U.I.; Vit. D3 - 68.000,00 U.I.; Vit. E - 450,00 U.I.; Ca - 240,00 g; P - 71,00 g; K - 28,20 g; S - 20,00 g; Mg - 20,00 g; Cu - 400,00 mg; Co - 30,00 mg; Cr - 10,00 mg; Fe - 250,00 mg; I - 40,00 mg; Mn - 1.350,00 mg; Se - 15,00 mg; Zn - 1.700,00 mg; F - 710,00 mg.

<sup>2</sup>Carboidratos não fibrosos (CNF) determinados pela equação de Hall et al. (2000), em que CNF (%) =  $100 - [(\%PB - (\%PB_{ureia} + \%ureia)) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%cinzas]$ .

<sup>3</sup>Estimados a partir dos teores de fenóis totais e taninos condensados no farelo de manga.

<sup>4</sup>Nutrientes digestíveis totais (NDT) determinado pela equação de Weiss (1999):  $NDT = PBD + FDND + CNFD + (EED * 2,25)$ .



Os frutos utilizados para confecção do farelo de manga eram originários do descarte do mercado do produtor do município de Petrolina (sertão de PE). O farelo de manga foi produzido nas instalações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano. Para tal, os frutos inteiros (com polpa, casca e caroço) *in natura* foram triturados em máquina forrageira e desidratados ao sol por 48 horas, sendo o material revolvido a cada duas horas, até completa secagem. Posteriormente, o material desidratado foi moído, passando por peneira com crivos de 10 mm, para obtenção de farelo com partículas de aproximadamente 1 cm.

As dietas foram fornecidas *ad libitum*, na forma de mistura completa, em duas refeições diárias, às 7 e 16 h, logo após a ordenha.

### **2.3. Animais, Delineamento e Manejo Experimental**

Utilizaram-se oito cabras Saanen em lactação, múltíparas, com peso corporal médio de  $48,72 \pm 1,99$  kg, introduzidas no experimento aos 48 dias pós-parto e mantidas até 124 dias de lactação. Para adaptá-las às dietas, instalações e manejo, destinou-se 38 dias antes do início do experimento, seguido por 76 dias do período experimental. As cabras foram mantidas em sistema de confinamento, alojadas em galpão coberto e em baias de madeira, suspensas e individuais, com  $6,25 \text{ m}^2$  e providas de comedouro e bebedouro. O galpão foi mantido sob iluminação artificial permanente no período da noite, durante todo o período experimental (76 dias).

As cabras foram distribuídas, ao acaso, em dois quadrados latinos simultâneos (4x4), de acordo com os níveis de substituição do milho pelo farelo de manga integral. As dietas foram ajustadas para atender às necessidades preconizadas pelo NRC (2007) para cabras em lactação com produção média de 2,0 kg de leite/dia e 4,0% de gordura, mantendo-se relação volumoso:concentrado de 60:40.

Antes do início do experimento, os animais foram tratados contra endoparasitas, vacinados contra clostridiose, identificados e distribuídos ao acaso nas baias. O experimento foi compreendido por quatro períodos de 19 dias, sendo catorze para adaptação à dieta e cinco para coleta de dados. Durante os períodos de adaptação e coleta foram realizadas pesagens diárias da oferta e das sobras de alimentos, para cálculo do consumo voluntário e ajuste do alimento ofertado, de maneira a garantir 15% de sobras. A água foi fornecida *ad libitum*, sendo o consumo quantificado em dois dias

durante o período de coleta de dados. Os animais foram pesados em cada período, ao início e após o período de coleta.

Durante cada período, coletou-se amostras das dietas, ingredientes e sobras, as quais foram levadas para estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 72 h para a secagem parcial (DETMANN et al., 2012). Posteriormente, as amostras foram divididas em duas partes, sendo uma moída passando por peneira de crivo de 1,0 mm para determinação da composição bromatológica, e a outra parte da amostra passando por peneira de crivo de 2,0 mm para incubação *in vivo* e *in vitro*, sendo utilizadas para ambas as amostras moinho de facas tipo Willey. Finalizado o período experimental, retirou-se de cada amostra uma alíquota representativa, sendo homogeneizadas para formar uma amostra composta por animal e tratamento para posterior análise laboratorial.

#### **2.4. Digestibilidade Aparente dos Nutrientes**

Além das amostras de alimento ofertado, ingredientes e sobras coletou-se, também, as fezes para determinação do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes. As fezes foram coletadas durante quatro dias consecutivos no período de coleta de dados, de forma espontânea (ao defecarem) para se evitar o estresse dos animais, sempre após a primeira refeição e ao longo do dia.

As amostras de fezes foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 72 h (DETMANN et al., 2012) e, posteriormente, moídas em moinho de facas tipo Willey, sendo uma parte moída passando por peneira de crivo de 1,0 mm para determinação da composição bromatológica, e a outra parte da amostra passando por peneira de crivo de 2,0 mm para incubação *in vivo*. Concluído o período experimental (76 dias) de cada amostra, retirou-se uma alíquota representativa, sendo homogeneizada para formar uma amostra composta para posterior análise.

A produção fecal foi estimada utilizando-se como indicador interno a matéria seca indigestível (MSi), determinada nos alimentos, fezes e sobras, mediante a incubação *in situ*, conforme Kozloski et al. (2009a). Para determinação da MSi, aproximadamente 1,0 g de cada amostra dos alimentos e 0,5 g das amostras de sobras e fezes foram pesados em duplicatas, em sacos de TNT (tecido não tecido) com dimensões de 5 cm x 5 cm e porosidade de aproximadamente 50 µm, os quais foram selados e incubados no

rúmen de um bubalino fistulado (cerca de 400 kg de peso corporal), mantido em confinamento e alimentado com feno de Tifton e concentrado comercial. Os sacos foram removidos do rúmen ao completar 288 horas de incubação (HUHTANEN et al., 1994), lavados em água corrente, secos em estufa a 105°C durante 12 horas e pesados. A matéria seca residual foi considerada como a matéria seca indigestível (MSi).

O cálculo da produção de matéria seca fecal (PMSF) foi realizado mediante a razão entre a quantidade do indicador administrado ao animal (indicador consumido) e sua concentração nas fezes, conforme equação descrita por Berchielli et al. (2005):  $PMSF (g/dia) = \text{gramas do indicador consumido} / \text{concentração do indicador nas fezes}$ .

A estimativa do consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) foi obtida para cada animal, em cada período, dentro de seu respectivo tratamento, a partir da diferença entre a quantidade ingerida de cada nutriente e a quantidade recuperada nas fezes, com base na matéria seca, conforme equação de Sniffen et al. (1992), onde  $CNDT (kg/dia) = (PBi - PBf) + 2,25(EEi - EEf) + (CNFi - CNFf) + (FDNi - FDNf)$ , em que os índices i e f correspondem ao nutriente ingerido e excretado nas fezes, respectivamente, e a FDN, corrigida para cinzas e proteína.

A digestibilidade aparente (DA) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos conforme equação descrita por Berchielli et al. (2006):

$$DA (\%) = \frac{(MS \text{ ingerida} \times \% \text{ Nutriente}) - (MS \text{ excretada} \times \% \text{ Nutriente})}{(MS \text{ ingerida} \times \% \text{ Nutriente})} \times 100$$

## 2.5. Análises Laboratoriais

As análises químicas foram realizadas nos Laboratórios de Nutrição Animal (LANA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

As dietas experimentais, ingredientes e sobras foram analisados para teores de MS, MO, matéria mineral (MM), nitrogênio total (N), EE, FDN e fibra em detergente ácido (FDA), segundo metodologias descritas por Detmann et al. (2012). O teor de PB foi obtido pelo produto do teor de N pelo fator 6,25. A concentração dos carboidratos totais (CT) foi obtida pela equação de Sniffen et al. (1992), onde  $CT (\%) = 100 - (\%PB$

+ %EE + %MM). O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi obtido pela equação preconizada por Hall et al. (2000), em que  $CNF (\%) = 100 - [(\%PB - (\%PB_{ureia} + \%ureia)) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%cinzas]$ , em que  $PB_{ureia}$  e  $FDN_{cp}$  significam, respectivamente, proteína bruta advinda da ureia e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

As análises de taninos condensados e fenóis totais foram realizadas no Centro de Apoio à Pesquisa – CENAPESQ, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Para a preparação do padrão, utilizou-se metodologia descrita por Wolfe et al. (2008), utilizando como padrão universal a jurema preta. Para tal, 15 g de amostra de jurema preta seca em estufa e moído foram pesados em Becker e adicionado uma mistura de 300 ml de acetona:água (7:3), levando ao agitador magnético por 30 minutos. Em seguida, filtrou-se para eliminação de partículas grosseiras, reservando o filtrado. Em funil separador, adicionou-se ao filtrado 300 ml de éter etílico, agitando por 30 a 45 segundos, permitindo a formação da fase separatória. Em seguida, descartou-se a fase superior (acetona:éter), repetindo-se este procedimento por três vezes ou até que a fase superior se apresentasse clara. Removeram-se traços de acetona da fase aquosa inferior, contendo os TC, com o auxílio de uma bomba à vácuo por 1 a 2 horas. Hidratou-se cerca de 30 g de Sephadex LH-20 em metanol:água (1:1) e adicionou-se à fase aquosa, mexendo por 5 minutos, permitindo que os TC se ligassem ao Sephadex, formando uma “lama”. Levou-se ao funil de Buchner com papel filtro grosseiro e descartou-se o filtrado, lavando com metanol:água (1:1) até a cor clarear. No final, removeu-se todo o metanol:água (1:1) do Sephadex, fixou-se um plug no final do Buchner, adicionando acetona:água (7:3) à “lama” e mexeu-se lentamente por 5 a 10 minutos para que os TC se desvinculassem do Sephadex. Coletou-se o filtrado, removendo a acetona com bomba à vácuo de 1 a 2 horas. Em seguida, os TC purificados, em fase aquosa, foram estocados em freezer a  $-80^{\circ}\text{C}$  para posterior liofilização. É válido mencionar que os TC purificados apresentam cores que variam do quase branco ao marrom claro. Após a liofilização, uma curva padrão dos TC purificados foi estimada a partir da concentração de 1 mg de TC em 1 ml de água deionizada.

As análises de TC e fenóis totais no farelo de manga integral foram determinadas de acordo com a metodologia descrita por Hagerman e Butler (1978), onde um ml de

metanol aquoso foi adicionado em 50 mg de amostra seca e moída, agitado em vortex e em mesa agitadora por 30 minutos e centrifugado a 15.000 rpm por 5 minutos para formação do extrato bruto. Em seguida, retiraram-se 50 µl do extrato bruto e adicionou-se 250 µl de buffer A, 50 µl de BSA, 50 µl de metanol aquoso, vortex e incubou-se em temperatura ambiente por 30 minutos. Depois, centrifugou-se em 13.000 rpm por 5 minutos para formação de um pellet, aspirando-se o sobrenadante. Dissolveu-se o pellet em 800 µl de SDS/TEA e vortex até dissolução do pellet. Adicionou-se 200 µl de cloreto de ferro e incubou-se por 30 minutos em temperatura ambiente para leitura em absorvância de 510 nm. Para conversão da absorvância para mg de TC, utilizou-se a equação obtida pela curva:  $y = 0,5369x - 0,0542$ , onde o x foi substituído pelo valor da absorvância obtida na leitura. Para a conversão do valor obtido “x” em mg/g (concentração) utilizou-se a equação:  $(\text{mg TC} \cdot 20) \cdot (1000 / \text{mg do extrato da amostra vegetal}) = \text{mg TC/g de material vegetal}$ . Para a análise de fenóis totais, em 50 µl do extrato bruto foram adicionados 850 µl de SDS/TEA e 200 µl de cloreto de ferro, agitando em vortex, e leitura em absorvância de 510 nm após 30 minutos.

## **2.6. Cinética de fermentação ruminal *in vitro* pela técnica de produção de gás**

A avaliação da cinética da fermentação ruminal foi realizada no Laboratório de Metabolismo Animal da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, empregando-se a técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases proposta por Maurício et al. (1999). Um grama de amostra das dietas foi adicionado aos frascos de fermentação (160 mL) previamente injetados com CO<sub>2</sub>, sendo utilizados quatro frascos por tratamento (repetições). Frascos contendo somente líquido ruminal e meio de cultura (tampão) foram usados como controle. Para cada frasco, adicionou-se manualmente, utilizando-se uma proveta, 90 mL de meio de cultura, conforme Theodorou et al. (1994). Os frascos foram vedados com rolhas de borracha (14 mm) para evitar a ocorrência de qualquer tipo de fermentação, mantendo-os a 4°C durante a noite. Cinco horas antes da inoculação, os frascos foram removidos da geladeira para uma sala climatizada a 39°C até o momento da inoculação.

O líquido ruminal utilizado como inóculo foi obtido de bovino da raça Holandesa, macho, adulto, castrado, provido de cânula ruminal, alimentado com dieta à base de capim elefante e concentrado comercial. O líquido ruminal coletado foi filtrado

em peneira de náilon e mantido sob injeção contínua de CO<sub>2</sub>, sendo armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas a 39°C e levado ao laboratório. No laboratório, continuou sendo mantido sob injeção contínua de CO<sub>2</sub> e em banho-maria a 39°C. Por meio de uma pipeta automática foram inoculados 10 mL do líquido ruminal filtrado em cada frasco. Em seguida, os frascos vedados com rolhas de borracha (14 mm) foram colocados em caixas de isopor, as quais foram manualmente agitadas e mantidas em sala climatizada a 39°C.

A pressão, em psi (*pound per square inch*), originada pelos gases acumulados na parte superior dos frascos foi medida por intermédio de um transdutor de pressão (tipo T443A, Bailey; Mackey, Inglaterra), conectado em sua extremidade a uma agulha (0,6 mm). As leituras de pressão foram feitas em maior frequência durante o período inicial de fermentação e reduzidas posteriormente (2, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 17, 20, 24, 28, 34, 48, 72, 96 e 144 horas). A partir da inserção da agulha nas rolhas de borracha, a pressão produzida no interior dos frascos foi verificada em um leitor digital.

A cinética da produção cumulativa dos gases foi analisada pelo modelo bicompartimental descrito em Schofield et al. (1994):

$$V(t) = Vf_1/[1+\exp(2-4*C_1*(T-L))] + Vf_2/[1+\exp(2-4*C_2*(T-L))]$$

em que: V(t) é o volume acumulado de gases produzidos; Vf<sub>1</sub> (mL) é o volume máximo de gás produzido a partir da fração de rápida digestão (carboidratos não fibrosos - CNF); C<sub>1</sub> (% h<sup>-1</sup>) equivale à taxa de degradação da fração de rápida digestão (CNF); Vf<sub>2</sub> (mL) é o volume máximo de gás produzido a partir da fração de lenta digestão (carboidratos fibrosos - CF); C<sub>2</sub> (% h<sup>-1</sup>) equivale à taxa de degradação da fração de lenta digestão (CF); T (h) refere-se aos tempos de incubação; e L (h), o tempo de colonização das bactérias caracterizado como *lag time* (fase de latência).

A degradabilidade potencial da MS foi estimada a partir da inserção de sacos confeccionados com tecido de náilon contendo as amostras dos ingredientes e das dietas testadas em gramatura de 100 mg/cm<sup>2</sup> no interior dos frascos de fermentação, que foram retirados após 2, 6, 12, 24, 48, 96 e 144 horas de incubação *in vitro* e, posteriormente, secos em estufa a 105°C por 12 horas. O tempo de zero hora foi obtido com a imersão dos sacos em água destilada a 37°C por 5 minutos.

## 2.7. *Comportamento Ingestivo*

As observações comportamentais foram realizadas no primeiro dia do período de coleta, de cada período, por meio de observação visual pelo método de varredura instantânea, em intervalos de cinco minutos, de acordo com Johnson e Combs (1991), adaptado para um período de 24 horas. As observações das atividades de ócio em pé (OEP), ócio deitado (OD), comendo em pé (CEP), ruminando deitado (RD) e ruminando em pé (RP) foram iniciadas às 6h da manhã e finalizadas às 6h da manhã seguinte. Observou-se ainda o número de vezes que os animais defecavam, urinavam e bebiam água.

Os tempos de alimentação (TAL, min/dia), ruminação (TRU, min/dia), ócio e mastigação total (TMT, min/dia), além das eficiências de ruminação em função da matéria seca (ERUMS, g de MS/min) e da fibra em detergente neutro (ERUFDN, g de FDN/min), bem como das eficiências de alimentação de matéria seca (EALMS, g de MS/min) e da fibra em detergente neutro (EALFDN, g de FDN/min) foram avaliados segundo Bürger et al. (2000) e calculados pelas seguintes equações:  $EALMS$  (g de MS/min) =  $CMS/TAL$ ;  $EALFDN$  (g de FDN/min) =  $CFDN/TAL$ ;  $ERUMS$  (g de MS/min) =  $CMS/TRU$ ;  $ERUFDN$  (g de FDN/min) =  $CFDN/TRU$ ;  $TMT$  (min/dia) =  $TAL + TRU$ .

No mesmo dia, procedeu-se o registro do tempo de mastigação merícica por bolo ruminado (MMtb, seg./bolo), número de mastigações merícicas diárias (MMnd, n<sup>o</sup>/dia), número de mastigações merícicas por bolo (MMnb, n<sup>o</sup>/bolo) e o número de bolos ruminados (Bolos, n<sup>o</sup>/dia), conforme Polli et al. (1996), com a utilização de cronômetros digitais em dois períodos do dia (10 às 12 h e 4 às 6 h). Foram registradas também três amostras de 15 segundos durante a mastigação merícica (MMseg.), as quais multiplicadas por quatro, permitiram a obtenção da média de mastigação em minutos (MMmin.), de acordo com as equações:  $Bolos$  (n<sup>o</sup>/dia) =  $TRU/MMtb$ ;  $MMnd$  (n<sup>o</sup>/dia) =  $MMmin \times TRU$ ;  $MMnb$  (n<sup>o</sup>/bolo) =  $MMtb \times MMmin$ . As variáveis g de MS e de FDN/bolo foram obtidas dividindo-se o consumo médio de cada fração individualmente pelo número de bolos ruminados por dia (em 24 horas).

## 2.8. *Parâmetros Sanguíneos*

As dosagens bioquímicas foram realizadas no Laboratório de Biologia Molecular Aplicada a Produção Animal – BLOPA, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

No último dia de coleta de dados de cada período, quatro horas após a primeira refeição, foram coletadas amostras de sangue (9,0 mL) por punção da veia jugular, em tubos *vacutainers*. As amostras foram deixadas para coagular por um período de até 30 minutos e centrifugadas a 2.500 rpm. As alíquotas foram colocadas em *ependorffs* e armazenadas a -20 °C até a realização das dosagens bioquímicas dos metabólitos (glicose e colesterol total), cetonas (triglicerídeos), proteínas (albumina e proteínas totais), enzimas (aspartato aminotransferase – AST e gama-glutamilttransferase - GGT), substâncias relacionadas à função renal (ureia e creatinina) e minerais (cálcio, fósforo e magnésio), por meio de kits comerciais e analisador bioquímico automático.

## 2.9. *Análises Estatísticas*

Os dados referentes ao consumo e digestibilidade de nutrientes, comportamento ingestivo e parâmetros sanguíneos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e regressão, a 5% de significância, utilizando-se o software R (R Core Team, 2013).

Os parâmetros do modelo bicompartimental para estimativa da cinética da produção cumulativa de gases foram analisados pelo procedimento de regressão não linear (NLIN) do SAS (SAS, 2003).

## 3. **Resultados e Discussão**

### 3.1. *Cinética de fermentação ruminal in vitro*

Observou-se efeito linear decrescente para a produção máxima de gases dos carboidratos totais ( $V_{CT}$ ), com redução de 106,07 ml de gás produzido para cada 1% de aumento na substituição do milho pelo farelo de manga integral (Tabela 3). Entretanto, houve efeito quadrático para o volume de gás produzido a partir dos CNF ( $V_{f_{CNF}}$ ) e, ao se derivar a equação de regressão obtida, percebeu-se que o menor volume de gás (58,0 ml  $g^{-1}$  MS) produzido a partir da fração de rápida fermentação foi atingido quando o



**Tabela 3** – Cinética de fermentação ruminal *in vitro* para as frações de carboidratos fibrosos e não fibrosos e degradabilidade potencial da matéria seca (MS) em 48 h de fermentação, considerando os efeitos da substituição do milho pelo farelo de manga integral

Variável	Substituição do milho pelo farelo de manga integral (%)				EPM	Valor de <i>P</i>	
	0	33,3	66,6	100,0		Linear	Quadrático
V <sub>CT</sub> (ml g <sup>-1</sup> MS)	256,34	230,73	188,66	152,53	10,26	<0,0001 <sup>a</sup>	<0,0001
Vf <sub>CNF</sub> (ml g <sup>-1</sup> MS)	67,04	59,88	66,46	99,38	4,06	0,011	<0,0001 <sup>b</sup>
Vf <sub>CF</sub> (ml g <sup>-1</sup> MS)	189,30	170,85	122,20	53,14	13,63	<0,0001 <sup>c</sup>	<0,0001
Kd <sub>CNF</sub> (% h <sup>-1</sup> )	0,0673	0,0639	0,0471	0,0791	0,0031	0,5802	0,032 <sup>d</sup>
Kd <sub>CF</sub> (% h <sup>-1</sup> )	0,0166	0,0122	0,0108	0,0157	0,0006	0,4899	<0,0001 <sup>e</sup>
mT (% h <sup>-1</sup> )	0,0840	0,0761	0,0579	0,0948	0,0036	0,6734	0,0009 <sup>f</sup>
L (h)	11,49	10,79	9,42	6,54	0,49	<0,0001 <sup>g</sup>	<0,0001
Degradabilidade 48 h (%)	96,11	94,80	92,41	83,32	1,42	<0,0001 <sup>h</sup>	<0,0001

V<sub>CT</sub> - volume máximo de gás produzido a partir dos carboidratos totais; Vf<sub>CNF</sub> - volume máximo de gás produzido a partir da fração de rápida digestão (carboidratos não fibrosos - CNF); Vf<sub>CF</sub> - volume máximo de gás produzido a partir da fração de lenta digestão (carboidratos fibrosos - CF); Kd<sub>CNF</sub> - taxa de degradação da fração de rápida digestão (CNF); Kd<sub>CF</sub> - taxa de degradação da fração de lenta digestão (CF); mT - taxa de produção de gases total; L - tempo de colonização das bactérias caracterizado como *lag time* (fase de latência); EPM - erro padrão da média.

<sup>a</sup>  $\hat{Y} = 260,07 - 106,07X$  ( $r^2 = 0,99$ ); <sup>b</sup>  $\hat{Y} = 67,667 - 59,007X + 90,1X^2$  ( $r^2 = 0,94$ ); <sup>c</sup>  $\hat{Y} = 202,42 - 137,17X$  ( $r^2 = 0,93$ ); <sup>d</sup>  $\hat{Y} = 0,0704 - 0,0741X + 0,0797X^2$  ( $r^2 = 0,52$ );

<sup>e</sup>  $\hat{Y} = 0,0168 - 0,0224X + 0,0211X^2$  ( $r^2 = 0,89$ ); <sup>f</sup>  $\hat{Y} = 0,0872 - 0,0965X + 0,1008X^2$  ( $r^2 = 0,60$ ); <sup>g</sup>  $\hat{Y} = 11,992 - 4,8668X$  ( $r^2 = 0,90$ ); <sup>h</sup>  $\hat{Y} = 97,775 - 12,23X$  ( $r^2 = 0,66$ )

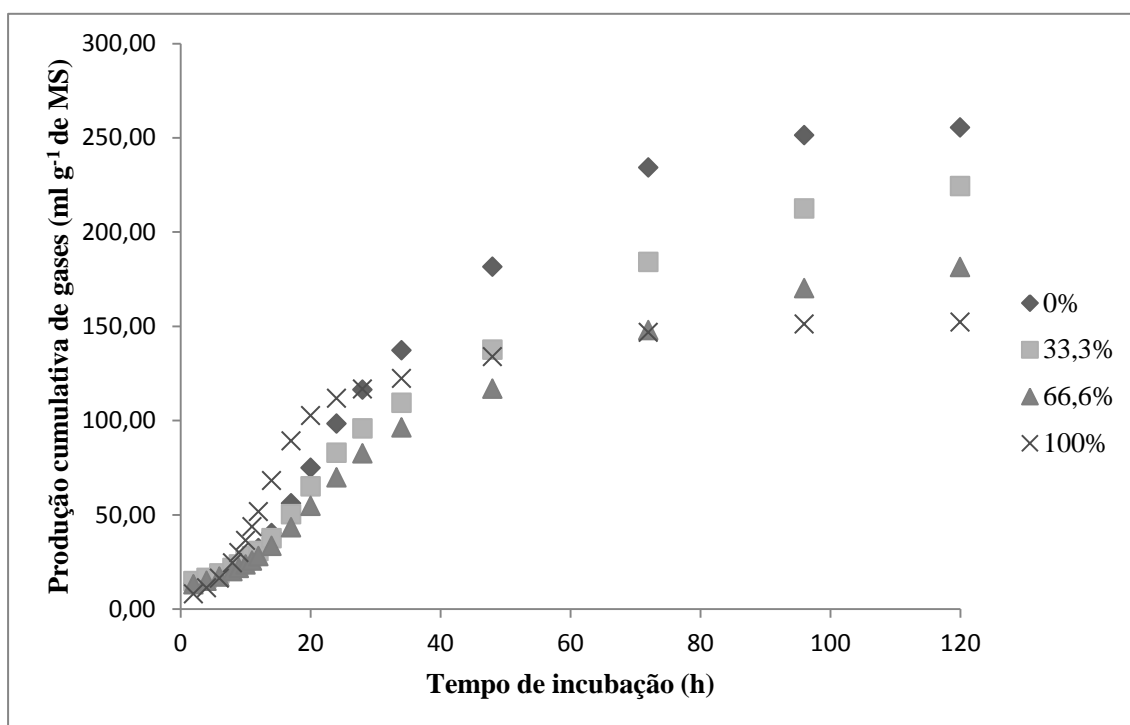
farelo de manga integral substituiu o milho em 32,7% na dieta, mas aumentou com maiores participações do farelo de manga integral, podendo-se inferir que nestas dietas essa fração foi a principal fonte de energia para o crescimento microbiano. Redução linear de 137,17 ml g<sup>-1</sup> MS para cada 1% de substituição foi verificada para o volume de gás produzido a partir dos CF ( $V_{f_{CF}}$ ).

Neste estudo, ao se utilizar a técnica de produção de gás para caracterizar a fermentação *in vitro*, observou-se que a dieta com 100% de substituição do milho pelo farelo de manga integral apresentou menor produção de gás a partir dos carboidratos totais e fibrosos, devido à maior proporção de lignina na fração fibrosa, aliado à presença de maior concentração de taninos. A maior ou menor digestão (produção de gás) é caracterizada pela proporção entre as frações solúvel e insolúvel, e como observada na Tabela 2, o teor das frações de baixa digestibilidade foi mais alto na dieta com 100% de substituição. Este resultado corrobora com Santos et al. (2003), que ao testarem diferentes alimentos pela técnica de produção de gás, verificaram maiores valores para o fubá de milho, devido ao maior conteúdo de carboidratos não fibrosos, como o amido, refletindo em maior produção de gás em relação a outros alimentos ricos em carboidratos estruturais, como o feno de coast cross incubado em inóculo de caprinos.

Ao se comparar a contribuição em volumes máximos de gás produzidos pelas frações de lenta digestão (CF) e de rápida digestão (CNF), observam-se maiores volumes para a fração de CF (Tabela 3), fato que também foi observado por Sá et al. (2011), que relataram que a fração fibrosa gera mais gases que a não fibrosa por unidade metabolizada, contribuindo para maior produção de gases. Além disso, Cabral et al. (2002) relataram que dietas com contribuições maiores de CNF proporcionam altas taxas de digestão e reduzem a produção de gás, refletindo em menor tempo de permanência do alimento no rúmen.

Menores taxas de degradação da fração de CNF ( $K_{d_{CNF}}$ ) de 0,0531% h<sup>-1</sup> e de CF ( $K_{d_{CF}}$ ) de 0,0109 % h<sup>-1</sup> foram observadas nos níveis de 46,4 e 53,0% de substituição do milho pelo farelo de manga integral, respectivamente (Tabela 3). A menor taxa de produção de gases total (mT), de 0,0641% h<sup>-1</sup>, foi verificada no nível de 47,9% de substituição (Tabela 3). As menores taxas de degradação das frações de CNF e CF e a taxa de produção de gás total, obtidas pelas equações de regressão, contribuíram para a

redução no volume de gases nas dietas. Estes resultados também podem ser visualizados na Figura 1, em que a produção cumulativa de gases tornou-se menor a partir das 48 horas de fermentação nas dietas com níveis de substituição acima de 33%. Estes resultados são importantes no estudo de desempenho animal, já que o fornecimento de energia a partir da digestão de carboidratos é alterado pela taxa de degradação dos nutrientes da dieta, o que irá afetar o ambiente ruminal, a proporção de ácidos graxos produzidos e absorvidos no processo fermentativo. Sabendo-se que a taxa de degradação é uma característica do alimento, de acordo com Nussio et al. (2011), a mesma poderá então ser afetada pela composição química da forragem, estágio de maturidade, tamanho de partícula, atividade microbiana e variações no ambiente ruminal. Mizubuti et al. (2011), ao compararem diferentes subprodutos gerados na cadeia produtiva do biodiesel, verificaram maiores taxas de degradação de CF naqueles contendo menores teores de lignina na sua composição, facilitando, assim, o acesso de microrganismos.



**Figura 1** – Produção cumulativa de gases (ml g<sup>-1</sup> de MS) em diferentes tempos de incubação (2 a 120 horas), considerando os efeitos da substituição do milho pelo farelo de manga integral.

As dietas utilizadas neste estudo afetaram diretamente os parâmetros da dinâmica de degradação e trânsito pelo trato digestivo (Tabela 3), corroborando com Oliveira et

al. (2011), de que estes parâmetros são influenciados pelo conteúdo de lignina, interação físico-química entre FDN e os demais componentes do alimento, assim como a atividade microbiana ruminal. Comportamento semelhante foi verificado no estudo de Pereira et al. (2008), em que os parâmetros de cinética de degradação do subproduto do caju foram influenciados negativamente pela presença de tanino, já que o pseudofruto contém este composto fenólico, o que interferiu no processo fermentativo.

O tempo de colonização das bactérias (*lag time*) foi mais elevado na dieta controle e reduziu 4,86 horas para cada 1% de substituição do milho pelo farelo de manga integral (Tabela 3). A presença de compostos fenólicos, lignina e taninos condensados contribuem para a redução da atividade de colonização microbiana e degradação da matéria seca, prejudicando o processo digestivo (KOZLOSKI, 2009b). Um dos principais efeitos do tanino no organismo do ruminante é a formação de complexos fortemente ligados entre proteína e tanino, o qual funciona como barreira à digestão dos microrganismos ruminais, reduzindo a digestibilidade não somente da proteína, mas também dos carboidratos. Guimarães-Beelen et al. (2006a) verificaram redução do crescimento de *Ruminococcus flavefaciens* e digestão da celulose em estudo com leguminosas taníferas da caatinga.

A degradabilidade potencial da MS das dietas (DMS) às 48 horas de incubação reduziu 12,4% para cada 1% de substituição do milho pelo farelo de manga integral (Tabela 3). Degradabilidade da MS de 83,6%, semelhante à dieta com 100% de farelo de manga, foi obtido no trabalho de Pereira et al. (2008) para o resíduo de manga com 48 h de incubação. De acordo com Mizubuti et al. (2011), assumindo-se que o tempo médio de retenção de um alimento no rúmen é de 48 horas, a qualidade fermentativa pode ser verificada quanto maior for a degradação até este tempo. Os maiores valores de DMS às 48 horas de incubação nas dietas com menor presença do farelo de manga, esteve relacionado ao maior conteúdo de material solúvel, já que as frações de rápida digestão contribuem para uma maior produção de AGV no rúmen. Guimarães-Beelen et al. (2006b) verificaram redução na degradabilidade efetiva da MS em dietas contendo tanino, devido ao efeito sobre as atividades microbianas, como adesão e colonização, afetando em diferentes intensidades a degradação das partículas dos alimentos.

### 3.2. *Consumo e Digestibilidade Aparente da Matéria Seca e dos Nutrientes*

A substituição do milho pelo farelo de manga integral nas dietas de cabras Saanen em lactação não alterou o consumo de MS, independentemente da forma como foi expresso (Tabela 4). O consumo médio de MS foi de 1.886,87 g/dia, equivalente a 3,89% do peso vivo (PV) ou  $102,62 \text{ g/kg}^{0,75}$ . Os consumos de MO, PB, EE e FDN também não foram influenciados pela substituição, apresentando valores médios de 1.741,34; 277,72; 43,76 e 958,73 g/dia (Tabela 4).

A ausência de efeitos sobre o consumo de MS permite inferir que houve boa aceitabilidade do alimento testado. Estes resultados também podem estar vinculados ao fato do fornecimento da dieta na forma de mistura completa, que pode ter minimizado a seletividade dos alimentos pelas cabras leiteiras. A ausência de efeitos sobre o consumo de PB relaciona-se ao fato de que as dietas formuladas foram isoproteicas (Tabela 4), bem como reflexo da semelhança de CMS entre as cabras submetidas aos diferentes tratamentos.

Para pequenos ruminantes, no caso de cabras leiteiras, os valores máximos e mínimos de fibra na dieta, que proporcionem maior consumo e eficiência de produção ainda não estão bem definidos, principalmente quando se trabalha com alimentos alternativos, como os descartes de frutas. Neste estudo, os teores de FDN na matéria seca total das dietas (Tabela 2) aumentaram ligeiramente conforme se substituiu o milho pelo farelo de manga (14 g/kg MS), o que não foi capaz de elevar significativamente o consumo de fibra, visto que também não houve alteração no consumo de matéria seca. É oportuno destacar que o consumo médio de fibra (FDN) registrado neste estudo sugere que as cabras toleraram quantidade relativamente alta de FDN nas dietas, chegando a representar aproximadamente 50% da matéria seca ingerida e 1,97% do peso vivo, sem, contudo, limitar significativamente o consumo. Este resultado sugere que os animais de clima tropical, em especial os caprinos, tornaram-se mais adaptados aos alimentos mais fibrosos, a partir da evolução dos compartimentos estomacais, adquirindo estratégias alimentares que permitissem melhor funcionalidade do trato digestivo (HOFMANN, 1989).

Os teores de CNF e NDT na matéria seca total das dietas (Tabela 4) reduziram à medida que se substituiu o milho pelo farelo de manga integral, o que em parte poderia

**Tabela 4** – Consumo médio diário e digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes (g/kg) em cabras leiteiras Saanen alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho

Variável	Substituição do milho pelo farelo de manga integral (%)				EPM	Valor de P	
	0%	33,3%	66,6%	100%		Linear	Quadrático
<b>Matéria seca</b>							
Consumo (g/dia)	1.917,59	1.914,72	1.843,99	1.871,19	53,63	0,17	0,63
Consumo (%PV)	3,96	3,92	3,86	3,84	0,10	0,26	0,91
Consumo (g/kg <sup>0,75</sup> )	104,34	103,60	101,31	101,23	2,59	0,22	0,86
Digestibilidade	631,0	609,8	594,1	580,8	3,56	<0,001 <sup>a</sup>	0,11
<b>Matéria orgânica</b>							
Consumo (g/dia)	1.774,74	1.769,21	1.700,74	1.720,65	49,47	0,12	0,66
Digestibilidade	648,6	629,8	614,4	601,5	3,39	<0,001 <sup>b</sup>	0,20
<b>Proteína bruta</b>							
Consumo (g/dia)	282,25	281,00	271,00	276,63	7,83	0,23	0,47
Digestibilidade	675,5	660,9	652,8	659,2	5,47	0,24	0,32
<b>Extrato etéreo</b>							
Consumo (g/dia)	44,56	44,49	42,59	43,41	1,22	0,06	0,44
Digestibilidade	656,8	643,2	632,1	636,5	2,33	<0,001 <sup>c</sup>	0,02
<b>Fibra em detergente neutro</b>							
Consumo (g/dia)	933,97	962,13	954,32	984,49	27,27	0,10	0,96
Consumo (%PV)	1,93	1,97	2,00	2,01	0,05	0,14	0,76
Consumo (g/kg <sup>0,75</sup> )	50,76	52,10	52,48	53,25	1,34	0,13	0,79
Digestibilidade	571,2	557,1	545,3	529,7	3,04	<0,001 <sup>d</sup>	0,84
<b>Carboidratos não fibrosos</b>							
Consumo (g/dia)	606,50	581,38	535,88	528,50	17,27	<0,001 <sup>e</sup>	0,35
Digestibilidade	788,5	775,8	766,0	760,3	3,83	<0,01 <sup>f</sup>	0,58
<b>Nutrientes digestíveis totais</b>							
Consumo (kg/dia)	1,23	1,20	1,13	1,12	0,03	<0,01 <sup>g</sup>	0,60
<b>Água</b>							
Consumo (kg/dia)	5,33	5,24	4,90	5,04	0,20	0,16	*****

EPM – erro padrão da média; <sup>a</sup>  $\hat{Y}=645,485-16,6241X$  ( $r^2=0,99$ ); <sup>b</sup>  $\hat{Y}=662,761-15,6723X$  ( $r^2=0,99$ ); <sup>c</sup>  $\hat{Y}=660,133-7,18957X$  ( $r^2=0,74$ ); <sup>d</sup>  $\hat{Y}=584,939-13,6478X$  ( $r^2=1,00$ ); <sup>e</sup>  $\hat{Y}=632,938-27,9500X$  ( $r^2=0,94$ ); <sup>f</sup>  $\hat{Y}=796,265-9,44433X$  ( $r^2=0,97$ ); <sup>g</sup>  $\hat{Y}=1,5675-0,0821417X$  ( $r^2=0,96$ ).

explicar o decréscimo de 27,95 g/dia e de 0,082 kg/dia nos consumos destes nutrientes para cada 1% de aumento dos níveis de substituição.

O consumo médio de 1,17 kg de NDT/dia encontra-se ligeiramente abaixo do nível sugerido pelo NRC (2007), de 1,43 kg/dia, para cabras em lactação com peso vivo de 50 kg e produção de leite de 2,0 kg/dia. Este resultado está relacionado à redução de NDT de 639,3 para 600,7 g/kg de MS nas dietas experimentais (Tabela 2) e também devido à qualidade da fibra utilizada nas dietas, reduzindo, com isso, a oferta de energia para os animais. Estes fatos estão relacionados ao aumento das frações indigestíveis, representadas pelos compostos fenólicos nas dietas (tanino e lignina), comprometendo a ação microbiana sobre o substrato.

A ingestão de água não foi alterada pela substituição do milho pelo farelo de manga integral, obtendo-se valor médio de 5,13 kg/dia (Tabela 4). A ausência de efeito sobre este parâmetro poderia ser explicado pelo fato de que os caprinos são considerados animais com boa eficiência de uso de água, o que, segundo Aganga (1992), deve-se às menores perdas fecais e urinárias em relação a outras espécies animais, como bovinos e ovinos. De acordo com Neiva et al. (2004), a ingestão de água é principalmente afetada pelo tipo de alimento, como verificado por Loiola Filho et al. (2012) em caprinos em crescimento, onde o consumo médio de apenas 1,38 kg/animal/dia deveu-se a maior ingestão de água via alimento (silagem de maniçoba). Ao se contrastar o consumo total de água obtido neste estudo com aquele estimado pela equação  $CTA = \text{Consumo de MS} (1,89 \text{ kg/animal/dia}) \times 3,86 - 0,99$ , do NRC (2007) para caprinos e ovinos, verifica-se que o consumo real de 5,13 kg/dia é inferior ao estimado de 6,31 kg/dia. Essas diferenças devem-se ao fato de que as condições dos animais utilizados para gerar a equação proposta pelo NRC (2007) são diferentes daquelas obtidas em animais de clima tropical. No primeiro momento, sugere-se que as maiores temperaturas do ar poderiam acarretar maior ingestão de água dos animais confinados no Nordeste Brasileiro; entretanto, a maior estimativa de ingestão de água pelo NRC (2007) relaciona-se ao fato de que os animais utilizados apresentam melhor potencial produtivo associado às maiores valores de consumo de matéria seca comparados aos animais criados em clima tropical.

A digestibilidade aparente da MS reduziu 16,62 g/kg para cada 1% de substituição do milho pelo farelo de manga integral (Tabela 4). Para a digestibilidade aparente da

MO, EE, FDN e CNF houve reduções de 15,67; 7,19; 13,65 e 9,44 g/kg, respectivamente (Tabela 4). Todavia, a digestibilidade da PB não foi afetada pelas dietas, apresentando valor médio de 662,10 g/kg de MS (Tabela 4).

De acordo com Nussio et al. (2011), a digestão dos carboidratos pode ser afetada pelo tamanho das partículas do alimento, teor de lignina e presença de compostos fenólicos, que são fatores que podem influenciar negativamente o desenvolvimento da população de microrganismos ruminais, a adesão microbiana e o processo de degradação. Sob condições de anaerobiose, a digestão do material fibroso, correspondente à matriz lignificada residual, resistente à digestão, representa o limite biológico de degradação do substrato fibroso (VAN SOEST, 1994). Neste estudo, as dietas apresentaram teores de lignina variando de 36,5 a 52,3 g/kg de MS (Tabela 2). Segundo Pereira et al. (2009), a presença de sementes nos frutos elevam a concentração de compostos fenólicos no produto, verificado pelos altos teores de lignina, o que tende a aumentar a fração indigestível da dieta. Sendo assim, pode-se inferir que as reduções nas digestibilidades das frações fibrosas deveram-se em parte à presença de lignina na fração de carboidratos, que representou cerca de 23% da FDN do farelo de manga integral. O ácido p-cumárico, precursor da lignina, em estudos *in vitro* inibiu a degradação da celulose, assim como prejudicou o desenvolvimento de bactérias e protozoários devido a sua natureza tóxica, estando associado ao baixo desempenho dos animais (NUSSIO et al., 2011).

Os taninos condensados (polímeros de flavonoides) inibem a digestão dos carboidratos (NELSON et al., 1997), e quando em altas concentrações (>50 g/kg da MS), reduzem o consumo voluntário devido à adstringência, causam prejuízos a atividade microbiana e a eficiência digestiva ruminal (AERTS et al., 1999), além de danos ao funcionamento hepático e renal (WALTON et al., 2001). Neste estudo, verificou-se no farelo de manga integral teores médios de 395,7 g de fenóis totais (FT) e 30,8 g de taninos condensados (TC)/kg de MS. De acordo com Salawu et al. (1999), concentrações entre 20 a 40 g de taninos condensados/kg MS são consideradas moderadas, o que provavelmente explica a ausência de efeitos deletérios sobre o consumo de MS e a digestibilidade da PB. Além disso, como o farelo foi produzido pela manga integral, provavelmente a presença de polpa tenha atenuado o efeito adstringente dos taninos presentes na casca e caroço da manga.



Nas dietas deste estudo, os teores de taninos condensados variaram de 3,1 a 9,2 g/kg, ou seja, menos de 1% da MS das dietas. De acordo com Poncet e Rémond (2002), quando presentes em concentrações abaixo de 2% da MS, os taninos não afetam a digestibilidade da PB. Entretanto, Vitti et al. (2005) e Lascano et al. (2001) relataram que as concentrações nas dietas não podem ser generalizadas, uma vez que o peso molecular, a composição dos monômeros e a disposição espacial desses monômeros nas moléculas de taninos são fatores que podem determinar o efeito desses fenóis na qualidade das plantas taníferas.

Considerando os teores médios estimados para os compostos fenólicos totais (FT) e taninos condensados (TC) nas dietas, estimou-se um consumo médio pelos animais de 75,82 e 5,94 g/dia, 145,86 e 11,43 g/dia, e 222,11 e 17,21 g/dia, respectivamente para os níveis de substituição de 33,3; 66,6 e 100% do milho pelo farelo de manga integral. Associado ao consumo crescente de lignina nas dietas, acredita-se que estes compostos secundários contribuíram para a redução da digestibilidade dos nutrientes, devido às menores concentrações de carboidratos digestíveis e de nutrientes digestíveis totais nas dietas disponíveis para os microrganismos ruminais.

Comportamento semelhante ao presente estudo foi verificado por Anigbogu et al. (2006), no qual a redução na digestibilidade de nutrientes pela adição de amêndoa de manga nas dietas de ovinos deveu-se, principalmente, à formação de complexos insolúveis entre carboidratos da parede celular e taninos da dieta. Dependendo da proporção de caroço de manga nas dietas de ruminantes poderão surgir reduções na digestibilidade (SHAHIDI; NACZK, 1995). Efeito verificado por Guimarães-Beelen et al. (2006a), em que a adição de 50 µg de tanino purificado de jurema preta e Mororó/mL de meio de cultura reduziram o crescimento da bactéria celulolítica *Ruminococcus flavefaciens*, com conseqüente decréscimo na digestão da celulose, causado pela formação do complexo tanino-enzima.

Na literatura, o que se observa na maioria dos trabalhos com utilização de frutas e subprodutos da agroindústria é que há potencial na utilização destes resíduos na alimentação animal; entretanto, mais estudos são necessários para atenuar os efeitos dos compostos secundários, como verificado por Rêgo et al. (2010), ao adicionarem o subproduto do processamento de manga na silagem de capim-elefante, com ausência de efeitos sobre os consumos de MS, PB, carboidratos totais e NDT. Apesar disso, os

autores registraram reduções nas digestibilidade da MS, PB, FDN e FDA, devido ao teor de tanino na fruta. Rogério (2005) observou redução na digestibilidade da FDN e FDA quando utilizaram o resíduo do processamento da cereja, devido, principalmente, ao conteúdo de lignina. Diferente do presente estudo, Aragão et al. (2012) verificaram digestibilidade da MS e MO mais elevada quando utilizaram o farelo de manga na dieta de ovinos, fato que pode ser atribuído à maior proporção de concentrado (60%) nas dietas desses animais, contribuindo com menores valores de fração fibrosa e altas concentrações de CNF de elevada digestibilidade.

### 3.3. Caracterização do Comportamento Ingestivo

Os tempos de alimentação, ócio e tempo de mastigação total não foram alterados pela substituição do milho pelo farelo de manga integral, apresentando valores médios de 299,53; 639,84 e 800,16 min/dia, respectivamente (Tabela 5). No entanto, houve acréscimo de 26,75 minutos no tempo de ruminação, assim como acréscimo de 33,64 bolos ruminados, para cada 1% de aumento nos níveis de substituição. Contudo, o tempo de mastigação/bolo não foi afetado pelas dietas, de forma que as cabras dispenderam em média 57,8 segundos para cada bolo ruminado.

**Tabela 5** – Tempo de alimentação (TAL), ruminação (TRU), ócio (TO) e mastigação total (TMT), número de bolos ruminados (bolos) e tempo de mastigação por bolo ruminado (TM/bolo) em cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho

Variável	Substituição do milho pelo farelo de manga integral (%)				EPM	Valor de P	
	0	33,3	66,6	100,0		Linear	Quadrático
TAL (min/dia)	313,13	299,38	287,50	298,13	10,51	*****	*****
TRU (min/dia)	468,13	485,00	495,63	553,75	13,82	<0,01 <sup>a</sup>	0,23
TO (min/dia)	658,75	655,63	656,88	588,13	19,26	0,09	0,22
TMT (min/dia)	781,25	784,38	783,13	851,88	19,26	0,09	0,22
Bolos (nº/dia)	491,77	522,57	534,49	599,93	21,38	0,03 <sup>b</sup>	*****
TM/bolo (seg.)	57,89	58,49	57,58	57,15	2,16	*****	*****

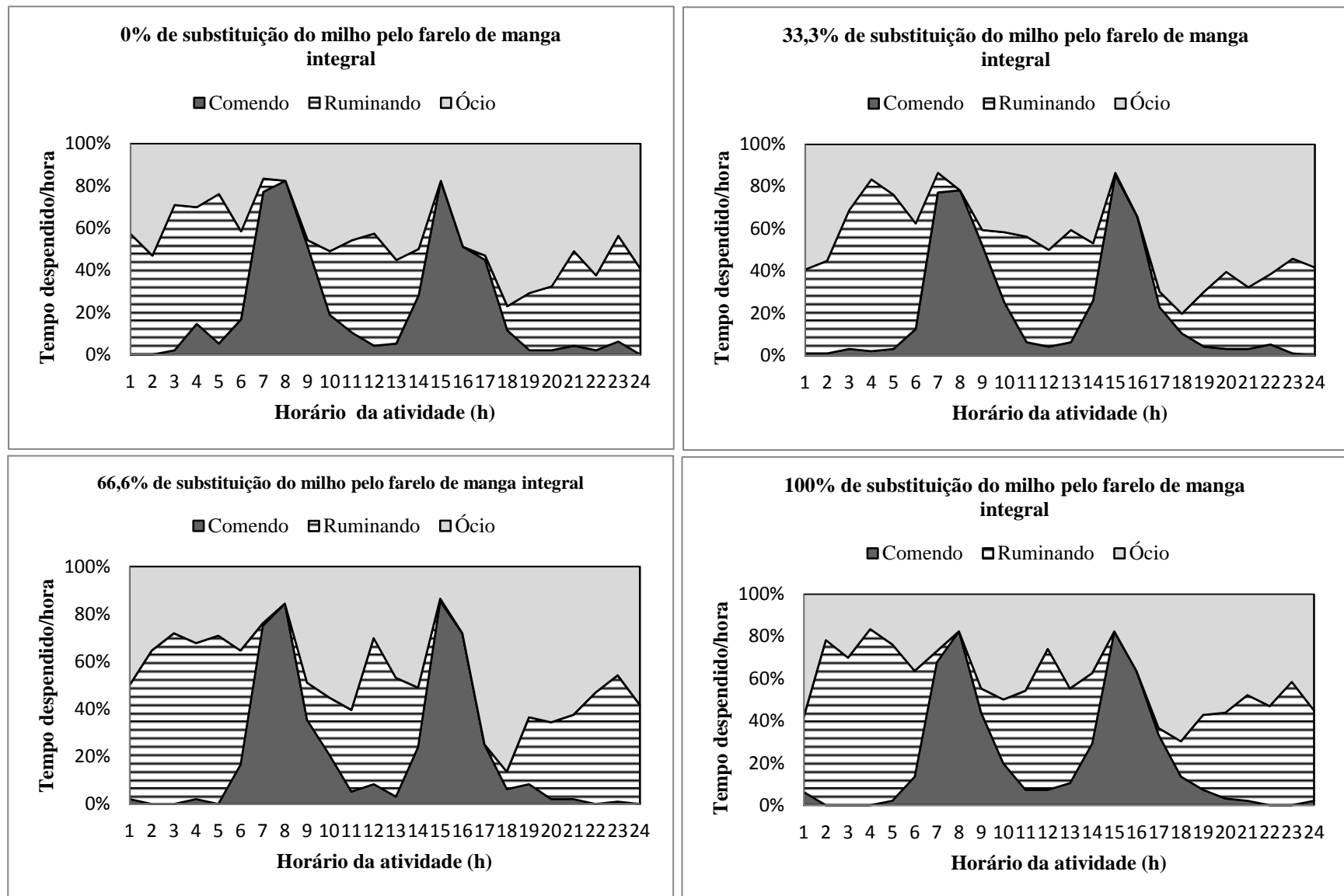
EPM – erro padrão da média.

<sup>a</sup>  $\hat{Y} = 433,750 + 26,7500X$  ( $r^2=0,86$ ); <sup>b</sup>  $\hat{Y} = 453,097 + 33,6375X$  ( $r^2=0,91$ ).

É oportuno destacar que os animais alimentados com 100% de farelo de manga integral em substituição ao milho atingiram tempo de ruminação diária bem próximo

daquele considerado como limite fisiológico citado por Welch (1982), de 600 minutos/dia, fato que pode ser atribuído à maior proporção de frações de carboidratos de baixa digestibilidade e frações indigestíveis, como lignina e taninos condensados. De acordo com Arcuri et al. (2011), uma forragem rica em lignina terá menor valor nutritivo, pois a maioria dos nutrientes está inacessível aos microrganismos ruminais. Processos que facilitem o acesso microbiano aos tecidos de reserva, como a ruminação, que envolve a redução do tamanho das partículas do alimento e sua hidratação, desempenham papel essencial no estabelecimento de bactérias e fungos fibrolíticos aderidos à parede celular (DE BOEVER et al., 1990).

A caracterização do padrão de comportamento ingestivo (comendo, ruminando e em ócio) observada na Figura 2, descreve a tendência das atividades comportamentais relacionando o tempo médio despendido em cada atividade comportamental (%/hora) durante o período total de avaliação (24 horas). Os animais alimentados com a dieta sem farelo de manga integral mostraram dois largos períodos para a atividade de consumo após a oferta do alimento da manhã e da tarde, quando comparados àqueles recebendo as dietas com 33,3; 66,6 e 100% de substituição. No primeiro gráfico da Figura 2, percebe-se ainda que as atividades de consumo, ruminação e ócio apresentadas pelas cabras alimentadas com a dieta controle foram mais homogêneas, onde os picos de alimentação (entre 6 e 10 horas e entre 14 e 18 horas) foram seguidos de picos de ruminação até 6 horas após a alimentação da tarde. Os animais que receberam a dieta com 33,3% de substituição apresentaram o segundo pico de consumo relativamente mais estreito em relação ao primeiro grupo. Além disso, nota-se um pico mais pronunciado na atividade de ruminação nos horários da noite, destacando-se entre 2 às 6 horas da manhã (cerca de 80% do tempo). Contudo, os animais que receberam dietas com 66,6 e 100% de substituição mostraram certa homogeneidade das atividades de consumo, elevando a atividade de ruminação à medida que se aumentou a concentração de frações indigestíveis nas dietas (Tabela 2). Durante as 24 horas de avaliação, as cabras do grupo controle apresentaram uma tendência à maior tempo na atividade de consumo (5 h 13 min), seguido por aquelas submetidas às dietas com 33,3; 66,6 e 100% de substituição (4 h 59 min; 4 h 47 e 4 h 58 min, respectivamente). No entanto, é pertinente destacar que aquelas que receberam farelo de manga integral na dieta apresentaram maior tempo



**Figura 2** – Tendência da porcentagem de contribuição das atividades comportamentais exibidas pelas cabras Saanen (comendo, ruminando e em ócio) em relação às horas de avaliação

de ruminação (8 h 05 min; 8 h 15 min e 9 h 13 min) em relação àquelas do grupo controle (7 h 48 min).

Dulphy e Favardin (1987) destacam que o consumo é dividido em dois picos: um ao por do sol e outro ao nascer do sol, ocorrendo a maior parte do consumo durante o dia. Neste estudo, a oferta de alimento ocorreu em dois horários distintos, às 7 e 16 horas, ficando o consumo dos animais concentrados próximos a estes horários. De acordo com Abijaoudé et al. (2000), os animais exibem uma refeição principal, seguida por refeições secundárias mais curtas. Para a atividade de ruminação, os padrões apresentados na Figura 2 corroboram com Welch e Smith (1971), de que a atividade de ruminação é fortemente estimulada pela presença de material fibroso no rúmen, sendo normalmente observada à noite, no início da manhã, e ao final da tarde em ruminantes alimentados duas vezes ao dia (BEAUCHEMIN et al., 1990; DESWYSEN et al., 1993; FISCHER et al., 2002).

As variações no comportamento ingestivo observadas neste estudo envolveram não somente a qualidade do alimento ofertado, mas também variações intrínsecas ao próprio indivíduo. Segundo Jarrige et al. (1995), o manejo alimentar quando realizado de forma correta evita variações no consumo e seleção do alimento, mas ainda existem fatores relacionados ao animal (idade, peso, estágio fisiológico) e ao nível de produção que podem influenciar o comportamento ingestivo. Dessa forma, cada animal interage de forma diferenciada com o alimento recebido, podendo ser ingerido ou rejeitado dependendo do seu gosto ou textura (MERTENS, 1985). A manga, por conter carotenoides e compostos fenólicos, que são importantes provedores de cor, odor e sabor (ROIZEN; PUMA, 2001; LIU et al., 2013), colaborou para a atratividade e aceitabilidade do alimento testado. Estes fatos corroboram com Ginane et al. (2011), que ao revisarem os efeitos dos sentidos em ruminantes na seleção dos alimentos da dieta, verificaram que o odor é importante para o paladar, informando a característica do alimento ao animal.

Não houve efeito da substituição do milho pelo farelo de manga integral sobre a eficiência de alimentação, expresso sobre a MS (g de MS/h) e FDN (g de FDN/h), bem como a eficiência de ruminação (g de FDN/h), registrando-se médias de 393,29; 199,82 e 117,10, respectivamente (Tabela 6). Entretanto, a eficiência de ruminação, expressa em g de MS por hora, reduziu 15,99 para cada 1% de substituição. O tempo de

mastigações merícicas, número de mastigações merícicas por bolo e por dia também não foram alterados pelas dietas, obtendo-se valores médios de 9,98 h/dia, 41,71 MM/bolo e 21.422,36 MM/dia, respectivamente. O mesmo comportamento foi observado para as frequências de refeição, ruminação e ócio (nº/dia), verificando-se médias diárias de 10,75 refeições, 17,56 ruminações e 22,06 ócios.

**Tabela 6** – Eficiência de alimentação e ruminação, mastigações merícicas e períodos de refeição, ruminação e ócio em cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho

Variável	Substituição do milho pelo farelo de manga integral (%)				EPM	Valor de <i>P</i>	
	0	33,3	66,6	100,0		Linear	Quadrático
Eficiência de alimentação (g MS e FDN/hora)							
MS	380,04	404,97	391,92	396,24	18,78	*****	*****
FDN	185,13	203,26	202,55	208,36	9,53	*****	*****
Eficiência de ruminação (g MS e FDN/hora)							
MS	251,99	240,59	227,85	202,95	8,61	<0,01 <sup>a</sup>	*****
FDN	122,78	120,87	117,96	106,80	4,15	0,05	*****
Mastigações merícicas							
Horas/dia	8,77	9,79	10,06	11,32	0,68	0,06	*****
Nº/bolo	43,57	41,89	42,21	39,17	1,97	0,33	*****
Nº/dia	20.840,99	20.735,10	21.595,47	22.517,87	590,92	0,14	*****
Frequências de refeição, ruminação e ócio (nº/dia)							
Refeição	11,25	11,13	9,88	10,75	0,51	*****	*****
Ruminação	17,25	17,63	17,13	18,25	0,26	0,28	*****
Ócio	22,00	21,25	22,75	22,25	0,27	0,20	*****

EPM – erro padrão da média.

<sup>a</sup>  $\hat{Y} = 270,818 - 15,9885X$  ( $r^2=0,96$ ).

Os tempos despendidos na ingestão de MS e FDN não foram alterados pela substituição do milho pelo farelo de manga integral, verificando-se médias de 161,76 e 318,43 minutos despendidos durante o consumo de 1 kg de MS e 1 kg de FDN, respectivamente (Tabela 7). Da mesma forma, não houveram efeitos sobre os períodos de refeição e ócio, de 28,70 e 28,97 minutos, respectivamente. Entretanto, houve incremento de 1,15 minutos em cada atividade ruminativa para cada 1% de aumento nos níveis de substituição.

As quantidades de MS e FDN ruminadas por bolo, assim como o tempo despendido para ruminação da FDN não foram alterados pelos níveis de substituição, com valores médios de 3,67 g de MS, 1,86 g de FDN e 530,75 minutos por kg de FDN, respectivamente (Tabela 7). Contudo, verificou-se elevação no tempo despendido para a

ruminação da MS de 16,64 minutos para cada 1% de aumento nos níveis de substituição. Verificou-se também incremento de 15,36 minutos no tempo de mastigação total por kg de matéria seca consumida diariamente. Contudo, o tempo de mastigação total da FDN não foi alterado pelas dietas (849,17 min/kg de FDN).

**Tabela 7** – Tempo despendido na ingestão de MS e de FDN, períodos de refeição, ruminação e ócio, tempo de ruminação e mastigação total em cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho

Variável	Substituição do milho pelo farelo de manga integral (%)				EPM	Valor de P	
	0	33,3	66,6	100,0		Linear	Quadrático
Consumo de MS e de FDN (min/kg)							
MS	166,84	158,20	160,05	161,95	6,41	*****	*****
FDN	342,47	314,36	309,14	307,74	12,64	0,28	*****
Períodos de refeição, ruminação e ócio (min)							
Refeição	27,98	28,87	29,43	28,54	0,88	*****	*****
Ruminação	27,06	27,54	28,97	30,43	0,72	<0,01 <sup>a</sup>	ns
Ócio	29,93	30,76	28,83	26,35	0,74	0,06	0,16
Ruminação (g de MS e FDN/bolo)							
MS	3,98	3,94	3,58	3,19	0,18	0,07	*****
FDN	1,94	1,98	1,88	1,68	0,09	0,21	*****
Ruminação (min/kg de MS e FDN)							
MS	249,58	257,45	272,80	299,93	8,92	<0,01 <sup>b</sup>	*****
FDN	512,58	511,94	527,88	570,59	17,21	0,06	0,31
Mastigação Total (min/kg de MS e FDN)							
MS	416,42	415,66	432,85	461,88	13,22	0,04 <sup>c</sup>	*****
FDN	855,05	826,30	837,01	878,33	25,64	*****	0,27

EPM – erro padrão da média.

<sup>a</sup>  $\hat{Y} = 25,6175 + 1,15337X$  ( $r^2=0,96$ ); <sup>b</sup>  $\hat{Y} = 228,343 + 16,6391X$  ( $r^2=0,94$ ); <sup>c</sup>  $\hat{Y} = 393,3087 + 15,3576X$  ( $r^2=0,84$ ).

O aumento na concentração de lignina na fração de carboidratos e a presença de taninos nas dietas com a substituição do milho pelo farelo de manga integral, aliado à proporção de 60% de volumoso, provocou incremento na maioria das atividades relacionadas à ruminação e mastigação total. Este efeito foi verificado por Cao et al. (2013) ao investigarem diferentes relações lignina/FDN, em que maiores teores de lignina promoveram aumento nos tempos despendidos em ruminação e mastigação em minutos/kg de matéria seca. Isso se deve à barreira criada pela lignina ao acesso de enzimas celulolíticas (MCSWEENEY et al., 2001). Segundo Mertens (1992), o tempo necessário para processar a forragem ingerida (mastigação) em partículas

suficientemente pequenas está correlacionado à qualidade da forragem ou composição da dieta. O controle da utilização de alimentos de baixa digestibilidade, de acordo com Branco et al. (2011), pode ser feito a partir da estimativa da eficiência de ruminação. Neste estudo, observou-se que à medida que o farelo de manga integral substituiu o milho das dietas houve redução da eficiência de ruminação em minutos por kg de MS, corroborando com Dulphy et al. (1980), de que dietas com alto relação lignina/FDN, reduzem a eficiência de ruminação, devido à maior dificuldade em reduzir o tamanho das partículas.

Ao avaliar a frequência de refeições diárias, em relação ao tempo despendido por refeição em minutos para cada dieta avaliada (Tabela 8), observou-se que no intervalo de 25 a 35 minutos concentrou-se o maior número de refeições por dia, com ponto ótimo no nível de 37,27% de substituição do milho pelo farelo de manga integral. Este resultado corrobora com Abijaoudé et al. (2000), de que os animais apresentam uma refeição principal, o que talvez esteja relacionado ao melhor aporte de nutrientes para a saciedade. Essas variações no tempo despendido durante a refeição foram explicadas por Allen (2000), como consequência da interação da digestibilidade e teor de lignina na dieta com o consumo, o tempo de refeição e o intervalo de refeição. Dessa forma, quando se utiliza dietas com altas concentrações de lignina, a fermentação tende a ser mais lenta, com consequente elevação no tempo de saciedade (tamanho da refeição). Dulphy e Demarquilly (1994) relataram que, devido ao efeito físico da dieta, os animais tendem a regular seu consumo para satisfazer sua necessidade de energia, a partir de pequenas refeições que possam compensar a menor ingestão durante a alimentação.

As atividades fisiológicas (defecação e micção) e a procura por água não foram alteradas pela substituição do milho pelo farelo de manga integral (Tabela 9). A frequência média de defecação e micção foi de 21,58 e 11,53 vezes por dia, concentrando-se mais no horário de 18 às 6 horas, resultante dos processos de digestão. O número médio de vezes em que os animais procuraram água durante as 24 horas observadas foi de 4,38 vezes por dia. No período de 18 às 6 horas da manhã obteve-se o menor número de vezes em que os animais procuraram água, provavelmente devido às temperaturas mais amenas neste período do dia. Os resultados referentes à procura por água e frequência de defecação são superiores àqueles obtidos por Silva et al. (2012) ao trabalharem com cabras leiteiras alimentadas com raiz de mandioca em substituição ao



**Tabela 8** – Frequência de refeições diárias, em relação ao tempo despendido por refeição, em cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho

Tempo por refeição (minutos)	Substituição do milho pelo farelo de manga integral (%)				EPM	Valor de <i>P</i>	
	0	33,3	66,6	100,0		Linear	Quadrático
5 a 15	4,38	5,25	3,50	4,88	0,45	*****	*****
15 a 25	2,13	1,75	1,63	2,25	0,29	*****	*****
25 a 35	1,75	2,13	2,38	1,38	0,23	*****	0,03 <sup>a</sup>
35 a 45	2,00	2,25	2,13	2,38	0,21	*****	*****
45 a 55	1,38	1,00	1,75	1,88	0,22	0,10	*****
Mais de 55	1,88	2,00	1,63	1,75	0,23	*****	*****

EPM – erro padrão da média.

$$^a \hat{Y} = 0,406250 + 1,63125X - 0,343750X^2 \quad (r^2=0,89).$$

**Tabela 9** – Variáveis fisiológicas e procura por água em cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho

Variável	Substituição do milho pelo farelo de manga integral (%)				EPM	Valor de <i>P</i>	
	0	33,3	66,6	100,0		Linear	Quadrático
Defecação (nº/dia)	19,88	23,00	21,75	22,50	1,13	0,31	*****
Micção (nº/dia)	11,25	10,25	12,88	11,75	0,65	0,19	*****
Procura por Água (nº/dia)	4,25	3,88	4,13	5,25	0,38	0,19	0,17

EPM – erro padrão da média

milho, o que provavelmente deveu-se ao tipo e qualidade das frações fibrosas das dietas; já que no presente estudo às frações fibrosas de baixa digestibilidade foram mais elevadas.

### **3.4. Perfil Metabólico**

Os parâmetros sanguíneos ureia (54,52 mg/dl), creatinina (0,71 mg/dl), gama glutamiltransferase (GGT; 52,59 UI), aspartato aminotransferase (AST; 77,37 UI), albumina (4,69 g/dl), proteínas totais (9,32 g/dl), glicose (74,44 mg/dl), triglicerídeos (40,10 mg/dl) e colesterol total (39,39 mg/dl) não foram alterados pela substituição do milho pelo farelo de manga integral (Tabela 10).

As concentrações de ureia, albumina e glicose (Tabela 10) nas cabras alimentadas com a dieta controle apresentaram-se mais elevadas do que aquelas consideradas como referência para caprinos, mencionadas por Kaneko et al. (2008). A determinação das concentrações de ureia e albumina no soro sanguíneo demonstra a atividade metabólica proteica do animal, já que a primeira é um produto de excreção do metabolismo do nitrogênio e a segunda é a principal proteína plasmática sintetizada no fígado, representando de 50 a 65% do total de proteínas no sangue (WITTWER, 2000). A concentração de ureia sanguínea está relacionada diretamente com o aporte proteico da ração, bem como da relação energia:proteína (WITTWER, 2000). As dietas testadas neste estudo foram isoproteicas (Tabela 2); entretanto, houve ligeira redução no aporte de energia a partir dos nutrientes digestíveis totais à medida que o farelo de manga integral substituiu o milho das dietas. Sendo assim, os valores mais elevados de ureia e albumina em relação ao considerado como referência corroboram com Wittwer (2000), que afirma que valores altos de ureia no sangue ocorrem quando se utiliza dietas com déficit energético. Em animais ruminantes cerca de 60 a 80% da proteína é transformada em amônia no rúmen para ser utilizada pelos microrganismos ruminais na síntese de suas proteínas estruturais e o excedente é absorvido através da parede ruminal para a circulação geral. A amônia absorvida é então transformada em ureia no fígado, sendo uma parte excretada por via renal e outra parte retorna ao rúmen através da saliva ou por difusão na parede ruminal (KOZLOSKI, 2009b). Segundo Winter (2000), a redução de energia das dietas provoca ação inversa na concentração de amônia ruminal, devido à

**Tabela 10** – Parâmetros sanguíneos em cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho

Variável	Valor Referência <sup>a</sup>		Substituição do milho pelo farelo de manga integral (%)				EPM	Valor de P	
	Mínimo	Máximo	0	33,3	66,6	100,0		Linear	Quadrático
Ureia (mg/dl)	21,4	42,8	54,92	52,25	57,81	53,12	1,60	0,99	0,68
Creatinina (mg/dl)	1,0	1,8	0,76	0,61	0,69	0,79	0,03	0,51	0,08
GGT (UI)	20,0	56,0	50,76	54,80	52,04	52,79	1,77	0,46	0,12
AST (UI)	43,0	132,0	75,00	83,66	77,40	73,42	2,61	0,51	0,12
Albumina (g/dl)	2,70	3,90	4,59	4,57	4,53	5,10	0,09	0,06	0,09
Proteínas Totais (g/dl)	6,2 <sup>b</sup>	7,9 <sup>b</sup>	9,00	9,28	9,89	9,09	0,17	0,55	0,10
Glicose (mg/dl)	50,0	75,0	76,97	73,85	73,52	73,44	1,66	0,48	0,65
Triglicerídeos (mg/dl)	21,4	42,8	38,95	42,95	38,09	40,40	1,58	0,96	0,72
Colesterol Total (mg/dl)	80,0	130,0	41,10	43,33	42,18	30,97	2,52	0,09	0,10

GGT - Gama glutamiltransferase; AST - Aspartato aminotransferase; UI – unidade internacional; EPM – erro padrão da média.

<sup>a</sup>Kaneko et al. (2008); <sup>b</sup>Jackson & Cockcroft (2002)

**Tabela 11** – Valores séricos de cálcio, fósforo e magnésio em cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho

Variável	Valor Referência <sup>a</sup>		Substituição do milho pelo farelo de manga integral (%)				EPM	Valor de P	
	Mínimo	Máximo	0	33,3	66,6	100,0		Linear	Quadrático
Cálcio (mg/dL)	8,9	11,7	9,13	9,01	9,16	9,51	0,10	0,03 <sup>b</sup>	0,08
Fósforo (mg/dL)	4,2	9,1	9,26	8,94	8,63	8,27	0,27	0,03 <sup>c</sup>	0,95
Magnésio (mg/dL)	2,8	3,6	11,15	10,97	11,26	10,99	0,07	0,81	0,80

EPM – erro padrão da média. <sup>a</sup>Kaneko et al. (2008)

<sup>b</sup>Y = 9,88075 + 0,129025X (r<sup>2</sup>=0,61); <sup>c</sup>Y = 9,60144 - 0,329975X (r<sup>2</sup>=1,00)

redução na síntese proteica microbiana, com conseqüente elevação na concentração de ureia no sangue.

Os níveis de glicose sanguínea nos animais alimentados com 33,3; 66,6 e 100% de farelo de manga integral em substituição ao milho permaneceram dentro da faixa de normalidade para caprinos (KANEKO et al., 2008). Ribeiro et al. (2008) também não verificaram variações nos níveis de glicose sanguínea em cabras Saanen alimentadas com diferentes fontes de volumosos, justificado pelo procedimento de amostragem única diária, que não considerou as variações ao longo do dia. Contreras et al. (2000) menciona que a glicose é um dos metabólitos representantes da via energética, mas no caso de ruminantes ela é pouco sensível às variações do aporte de energia da ração, já que sua concentração sanguínea é regulada por um mecanismo hormonal eficiente para mantê-la com poucas alterações. Dessa forma, para que sua concentração sanguínea diminua deverá haver um déficit energético muito intenso (ROWLANDS, 1980), que não foi o caso deste estudo.

As concentrações de creatinina permaneceram inferiores (Tabela 10) em relação aos valores referência (KANEKO et al., 2008). A creatinina é um metabólito utilizado na avaliação da filtração glomerular, sendo um indicativo de função renal. De acordo com Morais et al. (2000), sua concentração sanguínea se eleva quando ocorre comprometimento renal de 60 a 75% dos néfrons de ambos os rins. De acordo com Kaneko et al. (1997), a quantidade de creatinina formada é relativamente constante para um determinado indivíduo, sendo pouco afetada pela alimentação, com relação ao consumo de proteína.

Além da glicose, outros metabólitos como triglicerídeos e colesterol são importantes indicadores da saúde do rebanho. No presente estudo, com exceção do colesterol total que manteve seus níveis abaixo dos valores de referência (KANEKO et al., 2008), os triglicerídeos apresentaram-se dentro da faixa de normalidade (Tabela 10). Por apresentar-se em concentração aproximada de 30% do total de lipídeos, os níveis de colesterol são bons indicadores das concentrações adequadas de lipídeos no plasma. Neste estudo, o consumo fibra e de compostos fenólicos nas dietas pelos animais colaborou para redução dos níveis séricos de colesterol total em relação ao considerado como referência na literatura. Esse resultado corrobora com Ajila e Prasada Rao (2013), de que ingredientes que contenham fibra e compostos bioativos, como polifenóis e

carotenoides, importantes constituintes de frutas, colaboram para a redução do colesterol sanguíneo. Ao se estimar o coeficiente de correlação linear ( $r$ ) entre os consumos médios diários de FDN e de taninos condensados e os níveis sanguíneos de colesterol total (-0,61 e -0,71, respectivamente), pode-se inferir que a relação inversa entre essas variáveis indicam que o consumo destes nutrientes promoveram melhoria nos níveis séricos colesterol.

As concentrações sanguíneas de GGT e AST mantiveram-se dentro da faixa de normalidade (KANEKO et al., 2008; Tabela 10), podendo-se inferir que as dietas testadas não promoveram danos ao fígado dos animais, já que estas enzimas funcionam como biomarcadores sanguíneos para avaliação de distúrbios metabólicos e funcionamento hepático (GONZÁLEZ; SILVA, 2003). Este resultado justifica também a ausência de efeitos sobre as concentrações de albumina, a qual, segundo Rowlands (1980), pode ser alterada pelo funcionamento hepático, disponibilidade de aminoácidos e durante enfermidades, principalmente em parasitismos gastrointestinais.

Os níveis séricos dos minerais, com exceção do magnésio (Mg) com valor médio de 11,09 mg/dL foram alterados pela substituição do milho pelo farelo de manga integral (Tabela 11). Observou-se incremento de 0,12 mg de cálcio (Ca) e redução de 0,32 mg de fósforo (P) por dL de soro para cada 1% de substituição. Entretanto, os níveis Ca e P mantiveram-se dentro da faixa de normalidade descrita por Kaneko et al. (2008) e González (2000), com exceção do magnésio (Mg) que esteve mais elevado (Tabela 11). A redução dos níveis de P esteve relacionada a um desbalanço entre Ca e P da dieta promovido pela adição do farelo de manga integral e retirada do milho, já que as mesmas foram balanceadas com a inclusão de fosfato bicálcico. González (2000) relatou que desses três minerais as deficiências mais frequentes são observadas com relação ao fósforo, e que a deficiência de Ca é mais preocupante em animais leiteiros. O nível de Ca no plasma sanguíneo dos animais é relativamente constante, devido a ação do sistema endócrino e vitamina D, paratormônio (PTH) e calcitonina, que juntos são responsáveis pelo ajuste da quantidade de Ca circulante, fazendo com que seus níveis variem pouco ( $\pm 17\%$ ) comparado ao P ( $\pm 40\%$ ) e Mg ( $\pm 57\%$ ). Sendo assim, somente o P e Mg são bons indicadores do estado nutricional com relação ao balanço de minerais. Quanto ao Mg, segundo González (2000) não existe um controle homeostático; dessa forma a sua concentração sanguínea reflete o nível da dieta. Após a sua absorção no

intestino mediante sistema de transporte ativo, os fatores que poderiam interferir neste evento são a relação Na:K, concentração de Ca e P e a quantidade de energia da dieta.

#### **4. Conclusões**

O farelo de manga integral pode substituir até 100% do milho sem alterar o consumo de matéria seca, a eficiência de alimentação e os indicadores do metabolismo energético e funcionamento hepático. Mas, para otimizar a fermentação ruminal dos carboidratos fibrosos, sugere-se que o farelo de manga substitua o milho em até 33%, em função do equilíbrio encontrado entre energia e compostos nitrogenados para os microrganismos ruminais, já que acima deste nível a produção cumulativa de gases tornou-se menor a partir das 48 horas de fermentação.

### Referências Bibliográficas

- ABIJAOUDE, J. A.; MORAND-FEHR, P.; TESSIER, J.; SCHMIDELY, P.; SAUVANT, D. Diet effect on the daily feeding behaviour, frequency and characteristics of meals in dairy goats. **Livestock Production Science**, v.64, p.29–37, 2000.
- AERTS, R.J.; BARRY, T.N.; McNABB, W.C. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.75, p.1-12, 1999.
- AGANGA, A. A. Water utilization by sheep and goats in northern Nigeria. **World Animal Review**, v. 73, n. 4, p. 9-14, 1992.
- AJILA, C.M.; PRASADA RAO, U.J.S. Mango peel dietary fibre: Composition and associated bound phenolics. **Journal of Functional Foods**, v.5, p.444-450, 2013.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598–1624, 2000.
- ALONSO-DÍAZ, M.A.; TORRES-ACOSTA, J.F.J.; SANDOVAL-CASTRO, C.A.; HOSTE, H. Tannins in tropical tree fodders fed to small ruminants: A friendly foe? **Small Ruminant Research**, v.89, p.164-173, 2010.
- ANIGBOGU, N.M.; BIENSTMAN, P.; VAN DAMME, B.; EZEOKOLI, C.D. Incorporation of dry *Mangifera indica* kernel in the concentrate ration of growing lambs. **Revue D'Élevage et de Médecine Veterinaire des Pays Tropicaux**, v.59, p.39-42, 2006.
- ARAGÃO, A.S.L.; PEREIRA, L.G.R.; CHIZZOTTI, M.L.; VOLTOLINI, T.V.; AZEVÊDO, J.A.G.; BARBOSA, L.D.; SANTOS, R.D.; ARAÚJO, G.G.L.; BRANDÃO, L.G.N. Farelo de manga na dieta de cordeiros em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.4, p.967-973, 2012.
- ARCURI, P.B.; LOPES, F.C.F; CARNEIRO, J.C. Microbiologia do rúmen. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011. p.239-263.
- BEAUCHEMIN, K.A.; KACHANOSKI, R.G.; SCHAALJE, G.B.; BUCHANAN-SMITH, J.G. Characterizing rumination patterns of dairy cows using spectral analysis. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3163–3170, 1990.
- BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; CARRILHO, E.N.V.M.; FEITOSA, J.V.; LOPES, A.D. Comparação de marcadores para estimativas 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.; GARCIA, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G (Eds). **Nutrição de Ruminantes**. FAPESP: Jaboticabal, SP, 2006. p.397-421.

BRANCO, R.H.; RODRIGUES, M.T.; SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, C.A.F.; QUEIROZ, A.C.; ARAÚJO, F.L. Desempenho de cabras em lactação alimentadas com dietas com diferentes níveis de fibra oriundas de forragem com maturidade avançada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1061-1071, 2011.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PEREIRA, O. G.; VELOSO, R.G.; PEREIRA, E.S. Cinética Ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2332-2339, 2002.

CAO, Y.C.; GAO, Y.; XU, M.; LIU, N.N.; ZHAO, X.H.; LIU, C.J.; LIU, Y.; YAO, J.H. Effect of ADL to aNDF ratio and ryegrass particle length on chewing, ruminal fermentation, and in situ degradability in goats. **Animal Feed Science and Technology**, v.186, p.112– 119, 2013.

CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo proteico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds.). **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.

DEBOEVER, J.L. Chewing activity of ruminants as a measure of physical structure – A review of factors affecting it. **Animal Feed Science and Technology**, v.27, p.281, p.1990.

DESWYSEN, A. G., P. DUTILLEUL, J. P. GODFRIN, AND W. C. ELLIS. Nycterohemeral eating and ruminating patterns in heifers fed grass or corn silage: Analysis by finite Fourier transform. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2739–2747, 1993.

DETMANN, E., SOUZA, M.A.DE, VALADARES FILHO, S.C., QUEIROZ, A.C.DE, BERCHIELLI, T.T., SALIBA, E.O.S., CABRAL, L.S., PINA, D.S., LADEIRA, M.M., AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para Análise de Alimentos**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. (Suprema, Visconde do Rio Branco). 2012.

DULPHY, J. P.; FAVERDIN, P. L'ingestion alimentaire chez les ruminants: Modalites et phenomenes associes. **Reproduction Nutrition Development**, v.27, p.129–155, 1987.

DULPHY, J.P.; DEMARQUILY, C. The regulation and prediction of feed intake in ruminants in relation to feed characteristics. **Livestock Production Science**, v.39, n.1, p.1-12, 1994.



DULPHY, J.P.; REMOND, B.; THERIEZ, M. Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y., THIVEND, P. (Eds.), **Digestive physiology and metabolismo in ruminants**. Lancaster: MTP, 1980. p.103-122.

FISCHER, V., A. G. DESWYSEN, P. DUTILLEUL, AND J. DE BOEVER. Ingestive behavior nycterohemeral patterns of dairy cows, at the beginning and at the end of lactation, fed a corn silage based diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2129–2138, 2002.

FONSECA, F.A. **Fisiologia da lactação**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1985. 137p.  
GINANE, C.; BAUMONT, R.; FAVREAU-PEIGNÉ, A. Perception and hedonic value of basic tastes in domestic ruminants. **Physiology & Behavior**, v.104, p.666–674, 2011.

GINANE, C.; BAUMONT, R.; FAVREAU-PEIGNÉ, A. Perception and hedonic value of basic tastes in domestic ruminants. **Physiology & Behavior**, v.104, p.666-674, 2011.

GONZÁLEZ, F.H.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 198p.

GONZÁLEZ, F.H.D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds.). **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.

GUIMARÃES-BEELEN, P.M.; BERCHIELLI, T.T.; BUDDINGTON, R.; BEELEN, R. Efeito dos taninos condensados de forrageiras nativas do semi-árido nordestino sobre o crescimento e atividade celulolítica de *Ruminococcus flavefaciens* FD1. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.910-917, 2006a.

\_\_\_\_\_ Influence of condensed tannins from Brazilian semi-arid legumes on ruminal degradability, microbial colonization and ruminal enzymatic activity in Saanen goats. **Small Ruminant Research**, v.61, p.35-44, 2006b.

HAGERMAN, A.E.; BUTLER, L.G. Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.26, p.809-812, 1978.

HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**, (Bull. Tech. University of Florida). 2000.

HOFMANN, R.R. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. **Oecologia**, v.78, p.443-457, 1989.

HUHTANEN, P.; KAUSTELL, K.; JAAKKOLA, S. The use of internal markers to predict total digestibility and duodenal flow of nutrients in cattle given six different diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, n.1, p.211-227, 1994.

JACKSON, P.G.G.; COCKCROFT, P.D. **Clinical Examination of Farm Animals**. Wiley-Blackwell, 2002, 320p.

JARRIGE, R., J. P. DULPHY, P. FAVERDIN, R. BAUMONT, AND C. DEMARQUILLY. Activites d'ingestion et de rumination. In: JARRIGE, R.; RUCKEBUSCH, Y.; DEMARQUILLY, C.; FARCE, M. H.; JOURNET, M. (Eds.) **Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion**. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, France, 1995. 123–181p.

JOHNSON, T.R.; COMBS, D.K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol, on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.3, p.933-944, 1991.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W. BRUSS, M. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6.ed. New York: Academic, 2008. 896p.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2.ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2009b. 216p.

KOZLOSKI, G.V.; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S.; STEFANELLO, C.M.; SANCHEZ, L.M.B. Avaliação do uso de frações indigestíveis do alimento como indicadores internos de digestibilidade em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1819-1823, 2009a.

LASCANO, C.E.; SCHMIDT, A.; BARAHONA, R. Forage quality and the environment. In: International Grassland Congress, 2001. São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: FEALQ, 2001. P.352-356.

LEEK, B.F. Digestão no estômago dos ruminantes. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. Dukes: **Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p.353-389.

LIU, F.X.; FU, S.F.; BI, X.F.; CHEN, F.; LIAO, X.J.; HU, X.S.; WU, J.H. Physico-chemical and antioxidante properties of four mango (*Mangifera indica* L.) cultivars in China. **Food Chemistry**, v.138, p.396-405, 2013.

LOIOLA FILHO, J.B.; SANTOS, B.R.C.; MANERA, D.B.; NOGUEIRA, D.M.; VOLTOLINI, T.V. Consumo de água e desempenho produtivo de caprinos recebendo rações contendo diferentes teores de caroço de algodão em substituição a silagem de maniçoba. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 3, p. 102-109, 2012.

MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S.; OWEN, E.; CHANNA, K.S.; THEODOROU, M.K. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, p.321-330, 1999.

MCSWEENEY, C.S.; PALMER, B.; BUNCH, R.; KRAUSE, D.O. Effect of the tropical forage calliandra on microbial protein synthesis and ecology in the rumen. **Journal of Applied Microbiology**, v.90, p.78–88, 2001.

MERTENS, D.R. **Factors influencing feed intake in lactating cows: From theory to application using neutral detergent fiber**. Georgia Nutr. Conf., p.1, 1985.

\_\_\_\_\_. Nonstructural and structural carbohydrates. In: Van HORN, H.H.; WILCOX, C.J. (Eds.) **Large dairy herd management**. Champaign: American Dairy Science Association, 1992. p.60-69.

MERTENS, D. R.; LOFTEN, J. R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.9, p.1437-1446, 1980.

MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; PEREIRA, E.S.; PINTO, A.P.; FRANCO, A.L.C.; SYPERRECK, M.A.; DÓREA, J.R.R.; CUNHA, G.E.; CAPELARI, M.G.M.; MUNIZ, E.B. Cinética de fermentação ruminal *in vitro* de alguns coprodutos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 2021-2028, 2011.

MORAIS, M. G.; RANGEL, J. M.; MADUREIRA, J. S.; SILVEIRA, A. C. Variação sazonal da bioquímica clínica de vacas aneloras sob pastejo contínuo de *Brachiaria decumbens*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.2, p.98-104, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. 1.ed. Washington, D.C.: 2007. 384p.

NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N.; OLIVEIRA, S.M.P.; MOURA, A.A.A.N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 668-678, 2004.

NELSON, K.E.; PELL, A.N.; DOANE, P.H.; GINER-CHAVEZ, B.I.; SCHOFIELD, P. Chemical and biological assays to evaluate bacterial inhibition by tannins. **Journal of Chemical Ecology**, v.23, p.1175, 1997.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011. p.193-238.

OLIVEIRA, A.S.; DETMANN, E.; CAMPOS, J.M.S.; PINA, D.S.; SOUZA, S.M.; COSTA, M.G. Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo, a digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1587-1595, 2011.

PEREIRA, L.G.R.; AZEVEDO, J.A.G.; PINA, D.S.; BRANDÃO, L.G.N.; ARAÚJO, G.G.L.; VOLTOLINI, T.V. **Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e polpa de frutas na alimentação de ruminantes**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009.

PEREIRA, L.G.R.; BARREIROS, D.C.; OLIVEIRA, L.S.; FERREIRA, A.L.; MAURÍCIO, R.M.; AZEVEDO, J.A.G.; FIGUEIREDO, M.P.; SOUSA, L.F.; CRUZ, P.G. Composição química e cinética de fermentação ruminal de subprodutos de frutas no sul da Bahia – Brasil. **Livestock Research for Rural Development**, v.20, n.1, 2008.

POLLI, V.A.; RESTLE, J.; SENNA, D.B; ROSA, C.E; AGUIRRE, L.F.; SILVA, J.H. Aspectos relativos à ruminção de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p.987-993, 1996.

PONCET, C.; RÉMOND, D. Rumen digestion and intestinal nutriente flows in sheep consuming pea seeds: the effect of extrusion or chestnut tannin addition. **Animal Research**, v.51, p.201-216, 2002.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013.

RÊGO, M.M.T.; NEIVA, J.N.M.; RÊGO, A.C.; CÂNDIDO, M.J.D.; ALVES, A.A.; LÔBO, R.N.B. Intake, nutrientes digestibility and nitrogen balance of elephant grass silages with mango by-product addition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.74-80, 2010.

RIBEIRO, L.R.; DAMASCENO, J.C.; CECATO, U.; JOBIM, C.C.; SANTOS, G.T.; MACEDO, F.A.F.; MACEDO, L.G.P. Produção, composição do leite e constituintes sanguíneos de cabras alimentadas com diferentes volumosos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.6, 2008.

ROGÉRIO, M.C.P. 2005 Valor nutritivo de subprodutos de frutas para ovinos; Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte: 318p.

ROIZEN, M. F.; PUMA, J. L. **A dieta da idade verdadeira**. Rio de Janeiro: Campus, 2001, 328 p.

ROWLANDS, G.J. Metabolites in the blood of beef and dairy cattle. **World Review of Nutrition & Dietetics**, v.35, p.172-235, 1980.

SÁ, J.F.; PEDREIRA, M.S.; SILVA, F.F.; FIGUEIREDO, M.P.; REBOUÇAS, G.M.N.; SOUZA, D.R. Cinética da fermentação *in vitro* do capim-Marandu em diferentes idades de corte. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v. 33, n. 3, p. 225-231, 2011.

SALAWU, M.B.; ACAMOVIC, T.; STEWART, C.S.; HVELPLUND, T.; WEISBJERG, M.R. The disappearance of dry matter, nitrogen and amino acids in the gastrointestinal tract from *Calliandra* leaves. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, p.289-300, 1999.

SANTOS, R.A.; TEIXEIRA, J.C.; PÉREZ, J.R.O.; PAIVA, P.C.A.; MUNIZ, J.A.; ARCURI, P.B. Estimativa da degradabilidade ruminal de alimentos utilizando a técnica

de produção de gás em bovinos, ovinos e caprinos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.3, p.689-695, 2003.

SAS Institute Inc. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.1, Ed. Cary: SAS Institute USA, 2003.

SCHOFIELD, P.; PITT, R.E; PELL, A.N. Kinetic of fiber digestion from in vitro gas production. **Journal of Animal Science**, v.72, n.11, p.2980-2991, 1994.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics: Sources, Chemistry, Effects, Applications**. Publishing Company Inc., Lancaster PA., 1995. p.231-245.

SILVA, J.F., LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

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

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; McALLAN, A.B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetic of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48, n. 3, p. 185-197, 1994.

TILLEY, J. M. A; TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crop. **Journal British Grassland Society**, v. 18, 1963.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminat**, 2nded. Ithaca, NY: Cornell University, 1994. 476p.

VITTI, D.M.S.S.; ABDALLA, A.L.; BUENO, I.C.S.; SILVA FILHO, J.C.; COSTA, C.; BUENO, M.S.; NOZELLA, E.F.; LONGO, C.; VIEIRA, E.Q.; CABRAL FILHO, S.L.S.; GODOY, P.B.; MUELLER-HARVEY, I. Do all tannins have similar nutritional effects? A comparison of three Brazilian fodder legumes. **Animal Feed an Science Technology**, p.119-345, 2005.

WALTON, J.P.; WAGHORN, G.C.; PLAIZIER, J.C.; BIRTLES, M.; McBRIDE, B.W. Influence of condensed tannins on gut morphology in sheep fed *Lotus pedunculatus*. **Canadian Journal of Animal Science**, v.81, n.4, p.605-607, 2001.

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

WELCH, J.G. Rumination, particle size and passage from the rumen. **Journal of Animal Science**, v.54, p.885-894, 1982.

WELCH, J.G.; SMITH, A.M. Physical stimulation of rumination activity. **Journal of Animal Science**, v.33, p.1118–1123, 1971.

WITTWER, R. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds.). **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.

WOLFE, M. R., T. H. TERRILL, AND J. P. MUIR. Drying method and origin of standard affect condensed tannin (CT) concentrations in perennial herbaceous legumes using simplified butanol-HCl CT analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.88, p.1060-1067, 2008.

## **CAPÍTULO 3**

---

**Farelo de Manga Integral em Substituição ao Milho da Dieta de Cabras Saanen em Lactação: II – Produção e Composição do Leite e Efeitos do Padrão Comportamental e Perfil Metabólico sobre o Desempenho Leiteiro**

## RESUMO

Avaliou-se a produção e composição do leite, o perfil de ácidos graxos do leite e o efeito do padrão comportamental e perfil metabólico sobre o desempenho leiteiro de cabras Saanen alimentadas com dietas contendo farelo de manga em substituição ao milho. Os níveis de substituição do milho moído pelo farelo de manga integral no concentrado foram 0 (controle); 33,3; 66,6 e 100,0%, mantendo-se relação volumoso:concentrado de 60:40. Utilizaram-se oito cabras Saanen em lactação, multíparas, com peso corporal médio de  $48,72 \pm 1,99$  kg, distribuídas em dois quadrados latinos (4x4), durante 76 dias de confinamento. A produção de leite corrigida para gordura e os teores dos constituintes do leite e dos principais ácidos graxos do leite não foram alteradas, com exceção dos teores de gordura do leite, que se elevaram. Verificou-se associação positiva entre as variáveis relacionadas à produção e composição do leite e o número de refeições diárias. Observou-se também associação positiva entre o metabolismo hepático e a produção leiteira. Com a avaliação econômica, verificou-se redução do custo total da alimentação e melhor relação benefício/custo. Considerando os resultados obtidos, pode-se substituir totalmente o milho nas dietas de cabras leiteiras. Portanto, a tomada de decisão quanto à utilização do farelo de manga depende de fatores relacionados à disponibilidade do produto e ao custo de aquisição na região.

**Palavras-chave:** ácidos graxos, caprinos, custo, leite, perfil metabólico, ruminação



## ABSTRACT

It was evaluated the production and composition of milk, milk fatty acid profile and the effect differences of the behavioral pattern and metabolic profile of dairy performance of Saanen goats fed diets containing mango meal whole replacing corn. Replacement levels of ground corn by mango meal whole were 0 (control); 33.3; 66.6 and 100.0%, maintaining forage:concentrate ratio of 60:40. Eight multiparous lactating Saanen goats ( $48.72 \pm 1.99$  kg BW) were distributed in two Latin Squares (4x4) during 76 days of confinement. Milk yield corrected to fat and milk constituent levels and the main fatty acids of milk were not changed, except for the fat content of milk, which increased. There was a positive association between the variables related to the production and composition of milk, and the number of daily meals. I was observed a positive association between hepatic metabolism and milk production. With the economic evaluation there was reduction in the total cost of feeding and better cost/benefit ratio. Considering the results obtained can totally replace corn in diets of dairy goats. Therefore, the decision making regarding the use of mango meal whole depends on factors related to the availability of the product and the cost of acquisition in the region.

**Keywords:** cost, fatty acid, goat, metabolic profile, milk, rumination

## 1. Introdução

A criação de caprinos leiteiros constitui-se em atividade de expressiva importância econômica, graças a sua rusticidade, que permite uma melhor adaptação às características do meio, aliado à demanda dos consumidores por produtos diferenciados (DUBEUF et al., 2004). A presença de proteínas de alto valor biológico e gordura de elevada digestibilidade (PARK et al., 2007; RAYNAL-LJUTOVAC et al., 2008) permitem que o leite de cabra seja considerado um alimento nutracêutico, com benefícios na nutrição e medicina humana (HAENLEIN, 2004; SILANIKOVE et al., 2010). Além disso, nos países em desenvolvimento, é uma estratégia para enfrentar os problemas da subnutrição, especialmente na população infantil (HAENLEIN, 1996; HAENLEIN, 2001; HAENLEIN, 2004).

O maior consumo de leite e derivados em países em desenvolvimento é reflexo do aumento no poder de compra da população, devido à melhoria da renda per capita, crescimento da urbanização e a mudança nos hábitos alimentares (GUYOMARD et al., 2013). Dessa maneira, estima-se que a produção animal deverá aumentar para atender este mercado consumidor (WADHWA; BAKSHI, 2013). Esse aumento da demanda de produtos de origem animal já é evidenciado no incremento da produção de alimentos concentrados para suprir a alimentação animal (MAKKAR; BEEVER, 2013), o que implica em aumento acelerado nos preços da tonelada dos grãos (VALOR ECONÔMICO, 2013). Estes preços elevados devem-se ao fato de que o crescimento da oferta mundial de grãos não acompanha a crescente demanda, que é impulsionada pela necessidade de alimentos para os animais, combustível e o suprimento da população mundial em constante crescimento (FAO, 2010).

Contudo, é importante salientar que anualmente cerca de 1,3 bilhões de toneladas de todos os alimentos produzidos são desperdiçados ou perdidos devido à falta de tecnologias adequadas nas fases de colheita e pós-colheita (UNEP, 2013). No Brasil, de 30 a 40% da produção de frutas e vegetais são desperdiçados durante as etapas de produção até o consumidor final (GOULART, 2008), sendo alimentos considerados ainda aptos ao consumo, refletindo em um gravíssimo impacto social, ambiental e econômico (UNEP, 2013). Mediante este quadro de intensa instabilidade entre demanda por alimentos de consumo humano e o volume crescente de resíduos gerados pelas

perdas pós-colheita e desperdício por parte do setor varejista e consumidor, medidas são necessárias para destinar de forma sustentável estes produtos, os quais poderiam se tornar alternativas para a alimentação animal.

Os descartes da fruticultura têm sido propostos como recursos alternativos de baixo custo aos grãos, já que a produção de frutas na região Nordeste do Brasil destaca-se no cenário nacional, com safra de mais de 800 mil toneladas em 2011, equivalente a 70% da produção do país (IBGE, 2011). A alta produtividade desta fruta aliada a um manejo inadequado durante a produção e pós-colheita geram perdas que variam de 20% a 40% (CHOUDHURY, 1995). Como qualquer resíduo ou subproduto alimentar, seu valor nutricional é variável e dependente da região onde é produzido, variedade cultivada, qualidade dos frutos e características edafoclimáticas, sendo necessário estudá-la na nutrição animal (SANTOS et al., 2013).

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar a produção e composição do leite de cabras Saanen em lactação alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho. Além deste, utilizou-se a análise de fatores na avaliação do padrão comportamental e perfil metabólico, com o objetivo de reduzir a dimensionalidade dos dados e investigar os efeitos das dietas testadas sobre as combinações lineares das características associadas ao desempenho leiteiro.

## **2. Material e Métodos**

### ***2.1. Local do experimento***

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Sede-Recife, Pernambuco, Brasil.

### ***2.2. Alimentos e Dietas***

Foram avaliadas quatro dietas: controle, sem adição de farelo de manga integral, e as demais com 33,3; 66,6 e 100,0% de substituição do milho moído no concentrado pelo farelo de manga integral, com base na matéria seca (MS). As dietas foram formuladas para serem isoproteicas e conterem 14% de PB na MS, equivalente a 140,0 g de PB/kg de MS. Os ingredientes utilizados nas dietas foram o feno de Tifton (*Cynodon spp.*),

grão de milho moído, farelo de soja, ureia, fosfato bicálcico e suplemento vitamínico/mineral (Tabela 1 e 2).

**Tabela 1** – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Nutrientes	Farelo de manga integral	Milho moído	Farelo de soja	Feno de Tifton
Matéria seca <sup>1</sup>	915,10	880,9	870,4	879,0
Matéria orgânica <sup>2</sup>	961,8	982,2	935,8	927,6
Proteína bruta <sup>2</sup>	56,0	89,1	475,0	89,0
Extrato etéreo <sup>2</sup>	41,2	42,0	17,0	14,6
Fibra em detergente neutro <sup>2</sup>	284,0	143,0	155,0	747,0
Fibra em detergente ácido <sup>2</sup>	152,0	41,5	95,0	390,9
Carboidratos não fibrosos <sup>2</sup>	592,0	710,1	315,4	116,5
Celulose <sup>2</sup>	67,0	89,5	45,0	303,1
Lignina <sup>2</sup>	65,0	12,0	15,0	53,0
Fenóis Totais <sup>2</sup>	395,7	-	-	-
Taninos <sup>2</sup>	30,8	-	-	-

<sup>1</sup>g/kg de matéria natural; <sup>2</sup>g/kg MS

**Tabela 2.** Nível de inclusão dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

	Substituição do milho pelo farelo de manga integral (%)			
	0	33,3	66,6	100,0
Nível de inclusão dos Ingredientes (g/kg de MS)				
Feno de Tifton	600,0	600,0	600,0	600,0
Farelo de manga integral	0,0	100,0	200,0	300,0
Milho moído	300,0	200,0	100,0	0,0
Farelo de soja	70,6	69,1	67,7	66,2
Ureia	9,4	10,9	12,3	13,8
Fosfato bicálcico	7,0	7,0	7,0	7,0
Premix Vit./Min. <sup>1</sup>	13,0	13,0	13,0	13,0
Total	1.000,0	1.000,0	1.000,0	1.000,0
Composição química das dietas(g/kg de MS)				
Matéria seca	882,2	885,8	889,4	892,9
Matéria orgânica	927,3	925,3	923,4	921,4
Matéria mineral	72,7	74,9	76,6	78,6
Proteína bruta	140,2	140,4	140,4	140,6
Extrato etéreo	226,0	225,0	224,0	222,0
Carboidratos não fibrosos <sup>2</sup>	314,9	304,10	293,2	282,5
Fibra em detergente neutro	502,0	515,9	529,8	543,7
Fibra em detergente ácido	253,7	264,6	275,5	286,4
Celulose	218,8	209,6	206,5	205,0
Lignina	36,5	41,7	47,0	52,3
Fenóis Totais <sup>3</sup>	0	39,6	79,1	118,7
Taninos Condensados <sup>3</sup>	0	3,1	6,2	9,2
Nutrientes digestíveis totais <sup>4</sup>	639,3	623,6	611,0	600,7

<sup>1</sup>Suplemento Vitamínico/Mineral (Níveis de garantia, nutrientes/kg do produto): Vit. A - 135.000,00 U.I.; Vit. D3 - 68.000,00 U.I.; Vit. E - 450,00 U.I.; Ca - 240,00 g; P - 71,00 g; K - 28,20 g; S - 20,00 g;

Mg – 20,00 g; Cu – 400,00 mg; Co – 30,00 mg; Cr – 10,00 mg; Fe – 250,00 mg; I – 40,00 mg; Mn – 1.350,00 mg; Se – 15,00 mg; Zn – 1.700,00 mg; F – 710,00 mg.

<sup>2</sup> Carboidratos não fibrosos (CNF) determinados pela equação de Hall et al. (2000), em que CNF (%) =  $100 - [(\%PB - (\%PB_{ureia} + \%ureia)) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%cinzas]$ .

<sup>3</sup> Estimados a partir dos teores de fenóis totais e taninos condensados no farelo de manga.

<sup>4</sup> Nutrientes digestíveis totais (NDT) determinado pela equação de Weiss (1999):  $NDT = PBD + FDND + CNFD + (EED * 2,25)$ .

Os frutos utilizados para confecção do farelo de manga eram originários do descarte do mercado do produtor do município de Petrolina (sertão de PE). O farelo de manga foi produzido nas instalações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano. Para tal, os frutos inteiros (com polpa, casca e caroço) *in natura* foram triturados em máquina forrageira e desidratados ao sol por 48 horas, sendo o material revolvido a cada duas horas, até completa secagem. Posteriormente, o material desidratado foi moído, passando por peneira com crivos de 10 mm, para obtenção de farelo com partículas de aproximadamente 1 cm.

As dietas foram fornecidas *ad libitum*, na forma de mistura completa, em duas refeições diárias, às 7 e 16 h, logo após a ordenha.

### **2.3. Animais, Delineamento e Manejo Experimental**

Utilizaram-se oito cabras Saanen em lactação, múltíparas, com peso corporal médio de  $48,72 \pm 1,99$  kg, introduzidas no experimento aos 48 dias pós-parto e mantidas até 124 dias de lactação. Para adaptá-las às dietas, instalações e manejo, destinou-se 38 dias antes do início do experimento, seguindo-se por 76 dias de período experimental. As cabras foram mantidas em sistema de confinamento, alojadas em galpão coberto e em baias de madeira, suspensas e individuais, com  $6,25 \text{ m}^2$  e providas de comedouro e bebedouro. O galpão foi mantido sob iluminação artificial permanente no período da noite, durante todo o período experimental (76 dias).

As cabras foram distribuídas, ao acaso, em dois quadrados latinos simultâneos (4x4), de acordo com os níveis de substituição do milho pelo farelo de manga integral. As dietas foram ajustadas para atender às necessidades preconizadas pelo NRC (2007) para cabras em lactação com produção média de 2,0 kg de leite/dia e 4,0% de gordura, mantendo-se relação volumoso:concentrado de 60:40.

Antes do início do experimento, os animais foram tratados contra endoparasitas, vacinados contra clostridiose, identificados e distribuídos ao acaso nas baias. O

experimento foi compreendido por quatro períodos de 19 dias, sendo catorze para adaptação à dieta e cinco para coleta de dados. Durante os períodos de adaptação e coleta foram realizadas pesagens diárias da oferta e das sobras de alimentos, para cálculo do consumo voluntário e ajuste do alimento ofertado, de maneira a garantir 15% de sobras. A água foi fornecida *ad libitum*, sendo o consumo quantificado em dois dias durante o período de coleta de dados. Os animais foram pesados em cada período, ao início e após o período de coleta.

Durante cada período, coletou-se amostras das dietas, ingredientes e sobras, as quais foram levadas para estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 72 h para a secagem parcial (DETMANN et al., 2012). Posteriormente, as amostras foram divididas em duas partes, sendo uma moída passando por peneira de crivo de 1,0 mm para determinação da composição bromatológica, e a outra parte da amostra passando por peneira de crivo de 2,0 mm para incubação *in vivo* e *in vitro*, sendo utilizadas para ambas as amostras moinho de facas tipo Willey. Finalizado o período experimental, retirou-se de cada amostra uma alíquota representativa, sendo homogeneizadas para formar uma amostra composta para posterior análise laboratorial.

#### **2.4. Análises Laboratoriais**

As análises químicas foram realizadas nos Laboratórios de Nutrição Animal (LANA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

As dietas experimentais, ingredientes e sobras foram analisados para teores de MS, MO, matéria mineral (MM), nitrogênio total (N), EE, FDN e fibra em detergente ácido (FDA), segundo metodologias descritas por Detmann et al. (2012). O teor de PB obtido pelo produto do teor de N pelo fator 6,25. A concentração dos carboidratos totais (CT) foi obtida pela equação de Sniffen et al. (1992), onde  $CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ . O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi obtido pela equação preconizada por Hall et al. (2000), em que  $CNF (\%) = 100 - [(\%PB - (\%PB_{ureia} + \%ureia)) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%cinzas]$ , em que  $PB_{ureia}$  e  $FDN_{cp}$  significam, respectivamente, proteína bruta advinda da ureia e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

As análises de taninos condensados e fenóis totais foram realizadas no Centro de Apoio à Pesquisa – CENAPESQ, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Para a preparação do padrão utilizou-se metodologia descrita por Wolfe et al. (2008), utilizando como padrão universal a jurema preta. Para tal, 15 g de amostra de jurema preta seca em estufa e moído foram pesados em becker e adicionado uma mistura de 300 ml de acetona:água (7:3), levando ao agitador magnético por 30 minutos. Em seguida, filtrou-se para eliminação de partículas grosseiras, reservando o filtrado. Em funil separador, adicionou-se ao filtrado 300 ml de éter etílico, agitando por 30 a 45 segundos, permitindo a formação da fase separatória. Em seguida, descartou-se a fase superior (acetona:éter), repetindo-se este procedimento por três vezes ou até que a fase superior se apresentasse clara. Removeu-se traços de acetona da fase aquosa inferior, contendo os TC, com o auxílio de uma bomba à vácuo de 1 a 2 horas. Hidratou-se cerca de 30 g de Sephadex LH-20 em metanol:água (1:1) e adicionou-se à fase aquosa, mexendo por 5 minutos, permitindo que os TC se ligassem ao Sephadex, formando uma “lama”. Levou-se ao funil de Buchner com papel filtro grosseiro e descartou-se o filtrado, lavando com metanol:água (1:1) até a cor clarear. No final, removeu-se todo o metanol:água (1:1) do Sephadex, fixou-se um plug no final do Buchner, adicionando acetona:água (7:3) à “lama” e mexeu-se lentamente de 5 a 10 minutos para que os TC se desvinculassem do Sephadex. Coletou-se o filtrado, removendo a acetona com bomba à vácuo por 1 a 2 horas. Em seguida, os TC purificados, em fase aquosa, foram estocados em freezer a -80°C para posterior liofilização. Os TC purificados apresentam cores que variam do quase branco ao marrom claro. Após a liofilização, uma curva padrão dos TC purificados foi estimada, a partir de uma concentração de 1 mg de TC em 1 ml de água deionizada.

As análises de TC e fenóis totais no farelo de manga integral foram determinadas de acordo com a metodologia descrita por Hagerman e Butler (1978), onde um ml de metanol aquoso foi adicionado em 50 mg de amostra seca e moída, agitado em vortex e em mesa agitadora por 30 minutos e centrifugado a 15.000 rpm por 5 minutos para formação do extrato bruto. Em seguida, retirou-se 50 µl do extrato bruto e adicionou-se 250 µl de buffer A, 50 µl de BSA, 50 µl de metanol aquoso, vortex e incubou em temperatura ambiente por 30 minutos. Depois, centrifugou-se em 13.000 rpm por 5 minutos para formação de um pellet, aspirando-se o sobrenadante. Dissolveu-se o

pellet em 800 µl de SDS/TEA e vortex até dissolução do pellet. Adicionou-se 200 µl de cloreto de ferro e incubou-se por 30 minutos em temperatura ambiente para leitura em absorbância de 510 nm. Para conversão da absorbância para mg de TC, utilizou-se a equação obtida pela curva:  $y = 0,5369x - 0,0542$ , onde o x foi substituído pelo valor da absorbância obtida na leitura. Para a conversão do valor obtido “x” em mg/g (concentração) utilizou-se a equação:  $(\text{mg TC} \cdot 20) \cdot (1000/\text{mg do extrato da amostra vegetal}) = \text{mg TC/g de material vegetal}$ . Para a análise de fenóis totais, em 50 µl do extrato bruto foram adicionados 850 µl de SDS/TEA e 200 µl de cloreto de ferro, agitando em vortex, e leitura em absorbância de 510 nm após 30 minutos.

### ***2.5. Desempenho Leiteiro: Produção e Composição do Leite***

A ordenha foi efetuada manualmente, duas vezes ao dia (6 e 15 h), durante todo o período experimental (adaptação e coleta de dados). O controle da produção leiteira foi realizado por meio de pesagem individual do leite (kg/animal/dia), durante os cinco dias de coleta de dados de cada período experimental.

A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (LC 3,5%) foi estimada utilizando-se a equação de Gaines (1928), sugerida pelo NRC (2001), onde  $\text{LC 3,5\% (kg/dia)} = (0,4255 \times \text{kg de leite}) + [(16,425 \times (\% \text{ gordura}/100) \times \text{kg de leite}]$ . A correção da produção de leite para 4% de gordura foi estimada segundo a equação proposta pelo NRC (2001), onde  $\text{LC 4\% (kg/dia)} = 0,4 \times \text{leite (kg/dia)} + 15 \times \text{gordura (kg/dia)}$ . A correção da produção de leite para sólidos totais foi realizada conforme equação sugerida por Tyrrel e Reid (1965):  $\text{LCST (kg/dia)} = (12,3 \times \text{g de gordura}) + (6,56 \times \text{g de sólidos não gordurosos}) - (0,0752 \times \text{kg de leite})$ .

A amostragem de leite foi realizada duas vezes ao dia durante dois dias do período de coleta, individualmente, em horários regulares (6 e 15 h), sendo armazenados em frascos higienizados e esterilizados. As amostras da produção da manhã foram acondicionadas em ambiente refrigerado para, posteriormente, serem misturadas às amostras de leite da ordenha da tarde, formando uma amostra composta por cabra por dia. As análises dos constituintes do leite: gordura, lactose, proteína, caseína, ureia, sólidos totais, contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT) foram realizadas no Laboratório de Análise de Leite pertencente ao Programa de



Gerenciamento de Rebanhos Leiteiros do Nordeste (PROGENE), localizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

A eficiência alimentar foi obtida pela relação entre a produção média de leite e a ingestão de matéria seca verificada durante o período de coleta:  $EPL \text{ (kg)} = PL \text{ (kg/dia)}/CMS \text{ (kg/dia)}$ .

## ***2.6. Perfil de Ácidos Graxos do Leite***

A identificação dos ácidos graxos do leite foi realizada no Centro de Apoio à Pesquisa – CENAPESQ, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Para identificação do perfil de ácidos graxos, uma amostra composta, de 200 ml de leite, referente ao segundo e quarto dia de coleta, foi recolhida por meio de uma amostragem única para cada tratamento.

Para a separação da gordura do leite utilizou-se a metodologia proposta por Murphy et al. (1995). Para tal, as amostras foram transferidas para tubos específicos Nalgene® e centrifugadas a 18.000 G, durante cinco minutos, em temperatura de 10°C até a separação da gordura (sobrenadante) dos demais nutrientes.

Os triacilgliceróis foram submetidos à transesterificação para ésteres metílicos usando o método ISO 5509 (1978). Após centrifugação, para a separação dos ésteres metílicos, 100 mg de matéria graxa foram transferidos para tubo de ensaio de 10 mL com tampa rosqueável, adicionando-se, em seguida, 2 mL de n-heptano e agitando-se durante 2 minutos até completa solubilização. Após essa etapa, 2 mL de solução de KOH/metanol (14,4 g de KOH em 100 mL de metanol) foram transferidas ao tubo e agitadas por 5 minutos até separação das fases. A fase superior caracterizada pela presença dos ésteres metílicos foi pipetada e armazenada em *eppendorfs* com capacidade de 2 mL e armazenados em freezer (-18°C) para posterior análise.

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados por cromatografia a gás usando o equipamento Varian 431-GC e espectrofotômetro de massa Varian 220-MS, em uma coluna capilar Zebron ZB-5MS Phenomenex (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm). A temperatura da coluna foi programada na faixa de 50 a 220°C durante 8 minutos, e a do injetor foi mantida entre 220 e 250°C durante 30 minutos para obtenção dos picos de ésteres metílicos. Os gases hidrogênio (1,2 mL/min.) e nitrogênio (30 mL/min.) foram carregados, usando razão de Split de 1:10.

A identificação dos ácidos graxos foi realizada a partir do tempo de retenção dos picos de ésteres metílicos, comparação das massas com o padrão certificado por Supelco Analytical® e cálculos das áreas dos picos utilizando o programa computacional Varian-GC Workstation, versão 6.9.3. Os ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos e os resultados expressos em percentual de área (%).

### ***2.7. Avaliação Econômica das Dietas Experimentais***

Para avaliação econômica das dietas experimentais, o cálculo da renda bruta considerou apenas a alimentação, admitindo-se que todos os demais componentes, fixos e variáveis, seriam comuns a todos os tratamentos, não interferindo, portanto, nos resultados finais. A cotação dos preços médios dos alimentos e do leite foi de acordo com aqueles praticados no mercado regional no período de execução do experimento. O custo do farelo de manga integral foi obtido a partir dos custos com mão de obra para o preparo do farelo. A renda líquida foi calculada pela diferença entre a renda bruta (produção de leite x preço do litro de leite) e o custo diário da alimentação.

### ***2.8. Análises Estatísticas***

Os dados referentes à produção e composição do leite foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e regressão, ao nível de significância de 5%, utilizando-se o software R (R CORE TEAM, 2013).

Além disso, realizou-se a análise de fatores (KIM; MUELLER, 1978) para identificar possíveis efeitos do padrão comportamental e do perfil metabólico (abordados no capítulo II), associados ao desempenho leiteiro de cabras Saanen. A técnica de estatística multivariada a partir da análise fatorial é utilizada para estudar padrões de interrelações dentro de um conjunto de variáveis, baseando-se na análise de relações lineares com propósito de reduzir o número de variáveis em um pequeno número de variáveis hipotéticas (fatores). Os fatores não apresentam unidades, são variáveis padronizadas distribuídas normalmente, e o valor de cada fator gerado para cada observação das variáveis originais pode ser calculado e utilizado como uma nova variável em gráficos e análises estatísticas, tais como a ANOVA. Para realização da

análise fatorial construiu-se uma matriz de dados, onde cada coluna continha uma variável e cada linha uma observação. A partir da matriz de correlação entre as variáveis, os fatores foram extraídos pelo cálculo de autovalores e autovetores. A proporção da variância calculada para cada fator foi realizada a partir do seu autovalor correspondente. Cada autovetor contém um coeficiente de combinação linear correspondente a cada variável original. Os fatores com autovalores maiores do que 1 foram utilizados na interpretação, onde a variável hipotética (fator) é aquela baseada no tamanho relativo e sinal do coeficiente (autovetor). Dessa forma, somente os coeficientes com valores mais altos foram considerados na interpretação, onde se utilizaram aqueles maiores que 0,5. Das diferentes técnicas para extração de fatores, utilizou-se a Análise de Componentes Principais (PCA) (SEAL, 1964; JEFFERS, 1978), de forma que o primeiro fator calculado representa a combinação linear com máximo de variabilidade contida numa amostra. O segundo fator é a segunda função linear responsável pela variabilidade restante na amostra, e assim por diante. A análise de fatores supõe que as variáveis observadas são combinações lineares de alguns fatores subjacentes, independentes uma da outra, e que geralmente refletem um processo biológico. Dessa forma, a utilização desta análise mostrou-se como uma técnica exploratória adequada em que os resultados foram interpretados como uma tendência geral.

Após a identificação dos fatores, as diferenças entre os tratamentos e dados amostrados relacionados ao padrão comportamental associado ao desempenho leiteiro, e ao perfil metabólico associado ao desempenho leiteiro foram comparados a partir de uma ANOVA, utilizando-se o modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + ql_i + p_{(i)j} + ani_{(i)k} + t_l + (ql*t)_{il} + e_{ijkl}$$

onde:  $Y_{ijkl}$  é a variável observada;  $\mu$  é constante inerente a todos os dados;  $ql_i$  é o efeito do quadrado latino  $i$  ( $i=1,2$ );  $p_{(i)j}$  é o efeito do período  $j$  aninhado ao quadrado latino  $i$ ;  $ani_{(i)k}$  é o efeito de animal  $k$  aninhado ao quadrado latino  $i$ ;  $t_l$  é o efeito do tratamento  $l$ ;  $(ql*t)_{il}$  é o efeito da interação entre o quadrado latino  $i$  e o tratamento  $l$ ;  $e_{ijkl}$  é o resíduo inerente a cada observação, os quais são assumidos ser homocedásticos e independentes.

Os dados da análise fatorial foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e regressão, ao nível de significância de 5%, utilizando-se o software R (R CORE TEAM, 2013).

### **3. Resultados e Discussão**

#### ***3.1. Produção e Composição do Leite***

A produção de leite 0,04 kg/dia para cada 1% de aumento nos níveis de substituição do milho pelo farelo de manga integral (Tabela 3). Entretanto, as produções de leite corrigidas para 3,5% e 4,0% de gordura e corrigida para sólidos totais não foram alteradas pelas dietas testadas, apresentando valores médios de 1,72; 1,59 e 1,61 kg/dia, respectivamente (Tabela 3).

A ausência de efeitos sobre a produção de leite corrigida para gordura e sólidos totais sugere que os animais avaliados adaptaram-se às variações na qualidade da dieta, caracterizada pelo aumento de nutrientes indigestíveis, como lignina e compostos fenólicos. Fato que corrobora com Hofmann (1989), de que os caprinos são altamente seletivos e capazes de adaptarem-se às variações sazonais na qualidade das forragens, sem, contudo causar redução drástica no desempenho.

A composição do leite em percentual de sólidos totais e sólidos não gordurosos (SNG) não foi alterada pelas dietas (Tabela 3). No entanto, a produção diária de SNG do leite reduziu 0,04 g/dia para cada 1% de aumento nos níveis de substituição.

O teor e a produção diária de lactose no leite não foram alterados pela substituição do milho pelo farelo de manga integral, verificando-se valores médios de 4,03% e 80,64 g/dia, respectivamente (Tabela 3). Fato que corrobora com Costa et al. (2008) de que, de todos os constituintes do leite, a lactose é um dos mais estáveis, variando muito pouco entre as espécies. É um nutriente de importante determinação já que é responsável por controlar o equilíbrio osmótico entre o sangue e as células alveolares, assim como controlar a secreção de leite para dentro do lúmen alveolar e em seguida para os ductos que a levam até a cisterna do úbere (HURLEY, 2009; LARSON; Smith, 1974 apud PARK et al., 2007).

A ureia é um produto da excreção do metabolismo do nitrogênio, sendo importante sua determinação não só em amostras de soro sanguíneo, mas também no

**Tabela 3** – Produção e composição do leite em cabras Saanen alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho

Variável	Substituição do milho pelo farelo de manga integral (%)				EPM	Valor de P	
	0	33,3	66,6	100,0		Linear	Quadrático
<b>Produção (kg/dia)</b>							
Produção de leite	2,04	2,03	1,90	1,97	0,08	0,04 <sup>a</sup>	0,37
LC 3,5%	1,72	1,74	1,66	1,75	0,07	0,95	0,31
LC 4,0%	1,59	1,61	1,53	1,61	0,06	0,96	0,32
LCST	1,64	1,64	1,55	1,62	0,07	0,43	0,34
<b>Composição do Leite</b>							
Gordura (%)	2,54	2,58	2,69	2,79	0,06	<0,001 <sup>b</sup>	0,52
Proteína (%)	2,43	2,40	2,37	2,38	0,06	0,44	0,74
Caseína (%)	1,91	1,88	1,87	1,86	0,06	0,45	0,83
Lactose (%)	4,07	4,01	4,06	3,99	0,04	0,33	0,87
Sólidos totais (%)	9,96	9,92	10,05	10,08	0,13	0,32	0,73
Sólidos não gordurosos (%)	7,43	7,34	7,36	7,30	0,08	0,34	0,88
Ureia (NUL, mg/dL)	21,26	19,10	21,73	21,59	0,74	0,47	0,30
CCS (x 10 <sup>3</sup> cel./ml)	1.562	2.467	1.939	2.316	341,61	0,10	0,26
CBT (x 10 <sup>3</sup> )	955	1365	1446	1496	298,52	0,10	0,40
<b>Produção diária dos constituintes do leite</b>							
Gordura (g/dia)	51,90	53,24	51,67	55,29	2,45	0,11	0,32
Proteína (g/dia)	49,84	48,58	44,86	46,49	2,03	0,06	0,32
Caseína (g/dia)	39,08	37,92	35,24	36,22	1,59	0,06	0,36
Lactose (g/dia)	83,44	82,66	77,52	78,94	3,48	0,05	0,56
Sólidos totais (g/dia)	203,93	203,09	191,45	198,82	8,16	0,20	0,36
Sólidos não gordurosos (g/dia)	152,03	149,85	139,77	143,53	5,80	0,04 <sup>c</sup>	0,39
Gordura (g/dia)	51,90	53,24	51,67	55,29	2,45	0,11	0,32
<b>Eficiência Alimentar (EA)</b>							
EA	1,07	1,06	1,03	1,06	0,03	0,47	0,34

EPM – erro padrão da média; LC 3,5% - Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura; LC 4,0% - Produção de leite corrigida para 4,0% de gordura; LCST - Produção de leite corrigida para sólidos totais; NUL - Nitrogênio ureico no leite; CCS - Contagem de células somáticas; CBT - Contagem de células bacterianas; EA - eficiência entre a produção de leite (kg) e o consumo de matéria seca (kg).

<sup>a</sup>  $\hat{Y} = 2,07775 - 0,0354250X$  ( $r^2=0,59$ ); <sup>b</sup>  $\hat{Y} = 2,43687 + 0,0868750X$  ( $r^2=0,98$ ); <sup>c</sup>  $\hat{Y} = 180,2312 - 0,04077292X$  ( $r^2=0,97$ ).

leite dos animais. De acordo com Wittwer (2000), a ureia sanguínea por seu baixo peso molecular atravessa o epitélio alveolar da glândula mamária, difundindo-se no leite. Neste estudo, a concentração de NUL (nitrogênio ureico no leite) não foi alterada pela substituição do milho pelo farelo de manga integral, obtendo-se valor médio de 20,61 mg NUL/dL de leite ou 44,11 mg de ureia/dL (valor de ureia é 2,14 vezes maior que o valor de N ureico), o que poderia estar relacionado às dietas serem isoproteicas, respeitando o requerimento desta categoria.

Tão importante quanto analisar o teor de ureia no leite é identificar o valor de ureia e proteína do leite. Dessa forma, segundo Wittwer (2000), o conteúdo de proteína do leite é dependente diretamente do aporte de energia da dieta, considerando valor maior que 30 g/L como normal. Neste estudo, o teor e produção diária de proteína do leite não foram alterados pela substituição do milho pelo farelo de manga integral, obtendo valores médios de 24 g/L ou 2,4% e 47,45 g/dia. Entretanto, o teor médio de 24 g de proteína/litro de leite indica uma deficiência de energia na dieta, fato que pode estar vinculado à presença de níveis crescentes de lignina e tanino com a substituição do milho pelo farelo de manga integral, diminuindo o aporte de energia disponível. A partir deste dado é possível interpretar que ocorreu desbalanço entre energia e proteína no metabolismo animal, onde teores menores que 3,0% de proteína no leite (Tabela 3) e ureia  $>7,0$  mmol/l ( $44,11$  mg de ureia/dl  $\times 0,167 = 7,37$  mmol/l) indicaram baixa concentração de energia da dieta e/ou altos teores de PSR (proteínas solúveis no rúmen) e PDR (proteínas degradáveis no rúmen) (WITTWER, 2000).

O leite de cabra é considerado caseinoso por conter maior teor de caseína em relação à albumina e globulina (TRONCO, 2010). Sanz Sampelayo et al. (2002) reportaram que a proporção de caseína na proteína total pode variar entre as espécies leiteiras, estágio de lactação e composição da dieta. No presente estudo, a substituição do milho pelo farelo de manga integral não alterou o teor e produção diária de caseína do leite, com valores médios de 1,88% e 37,11 g/dia, respectivamente (Tabela 3), fato que pode ser explicado pela ausência de efeito sobre a proteína do leite.

De todos os componentes do leite, a gordura é o que mais sofre influência da alimentação (COULON; PRIOLO, 2002). Neste estudo, a substituição do milho pelo farelo de manga integral elevou em 0,09% o teor de gordura do leite para cada 1% de aumento nos níveis de substituição (Tabela 3). Este resultado corrobora com Morand-

Fehr et al. (2007) e Ribeiro et al. (2008) de que, o manejo alimentar, e em particular a presença de fibra na dieta de ruminantes, é um dos fatores que mais afeta a produção leiteira e o teor de gordura do leite, onde esses efeitos não se devem somente à quantidade ofertada, mas também à fonte de nutrientes de determinado alimento utilizado na formulação. O teor de gordura de 2,79% observado para a dieta com 100% de substituição do milho pelo farelo de manga integral é semelhante ao encontrado no trabalho de Ribeiro et al. (2008), de 2,8% no leite de cabras Saanen alimentadas com fontes de fibra nas dietas. De acordo com Grant (1997), a habilidade de manter os níveis de gordura do leite está intimamente relacionada à efetividade da fibra, enquanto que a fibra fisicamente efetiva caracteriza-se pela fração de FDN presente na dieta capaz de estimular as atividades mastigatórias, produção de saliva e manutenção do equilíbrio das funções ruminais.

Os níveis de CCS e CBT neste estudo não foram alterados pela substituição do milho pelo farelo de manga (Tabela 3), obtendo-se valores médios de  $2.071 \times 10^3$  células/mL e  $1.316 \times 10^3$  UFC/mL, respectivamente. Valores de CCS próximos ao do presente estudo foram verificados por Ribeiro et al. (2008) de  $1.947,08 \times 10^3$  células/mL no leite de cabras Saanen. De acordo com Sierra et al. (1999), o número de células somáticas é elevado ao final da lactação, mesmo na ausência de infecções intramamárias. O valor de CBT encontrado no presente estudo encontra-se acima daquele sugerido pela Instrução Normativa nº 37 (IN37) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000), que propõe que o leite de cabra, quando cru, deverá apresentar contagem padrão em placas de no máximo 500.000 UFC/mL.

Barrón-Bravo et al. (2013) e Stuhr e Aulrich (2010) reportaram que vários fatores podem contribuir para o aumento na CCS do leite de cabra, tais como rebanho, ano de parição, mês ou estação de parição, estágio de lactação, rotina da ordenha, número de lactação, aparecimento de estro e a raça. Com relação ao estágio de lactação, as cabras do presente estudo foram avaliadas dos 48 ao 124 dias de lactação. Este dado corrobora com o sugerido por Orman et al. (2011) e Leitner et al. (2011), de que baixos valores de CCS são observados em animais no pico de produção leiteira, ao passo que valores mais elevados ocorrem durante os estágios mais avançados de lactação em cabras leiteiras. Com relação ao ambiente, é importante relatar que o estudo ocorreu durante estação

chuvosa, o que poderia ter contribuído para o aumento na incidência de infecções na glândula mamária e aumento da CCS.

Nesse estudo, a baixa concentração de taninos na dieta não foi capaz de promover redução na CCS do leite (Tabela 3), como verificado por Min et al. (2005) ao utilizarem 15,2% de taninos condensados, extraído de *Lespedeza cuneata*, na MS da dieta de cabras Angorá. Estes autores observaram redução na CCS do leite ( $313$  vs.  $1.260 \times 10^3$ ), sem causar alterações nos teores de gordura (6,6 vs. 5,0%), proteína (5,4 vs. 4,6%) ou lactose (4,8 vs. 4,1%), quando comparadas às cabras controle alimentadas com gramíneas. Arbos et al. (2013) ao avaliarem a ação antimicrobiana dos compostos fenólicos presentes no resíduo de manga (farinha da casca e farinha da amêndoa), verificaram ação antimicrobiana da farinha da casca de manga sobre cepas de bactérias (*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*), o que foi atribuído à presença de compostos fenólicos interagindo com as proteínas e inibindo a atividade enzimática. Sendo assim, mais estudos são necessários, pois os mecanismos relacionados à redução da CCS no leite pela ação do tanino na dieta ainda não são compreendidos.

### 3.2. Perfil de Ácidos Graxos do Leite

O perfil de ácidos graxos do leite de ruminantes é influenciado por fatores intrínsecos relacionados ao animal (genótipo, estágio de lactação) ou extrínsecos relacionados ao manejo alimentar (CHILLIARD et al., 2013). A alimentação afeta não somente a concentração de gordura do leite, mas também a composição dos ácidos graxos em relação ao comprimento da cadeia carbônica, grau de saturação e isomeria geométrica (COULON; PRIOLO, 2002). Park et al. (2007) relataram que a gordura do leite de cabra é constituída em mais de 75% dos ácidos cáprico ( $C_{10:0}$ ), mirístico ( $C_{14:0}$ ), palmítico ( $C_{16:0}$ ), esteárico ( $C_{18:0}$ ) e oleico ( $C_{18:1}$ ). No presente estudo, estes ácidos graxos totalizaram 89,08% do total de AG na gordura do leite (Tabela 4). Na literatura, verifica-se que os principais ácidos graxos presentes na amêndoa da semente de manga são o  $C_{16:0}$ ,  $C_{18:0}$  e  $C_{18:1}$ , que representam cerca de 91% do total de ácidos graxos (VIEIRA et al., 2009; RUKMINI; VIJAYARAGHAVAN, 1984).

A substituição do milho pelo farelo de manga integral não alterou o perfil de ácidos graxos saturados do leite (Tabela 4). Entretanto, os níveis médios dos ácidos



**Tabela 4** – Perfil de ácidos graxos (AG) no leite de cabras Saanen alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho

Ácido Graxo	Substituição do milho pelo farelo de manga integral (%)				EPM	Valor de <i>P</i>	
	0	33,3	66,6	100,0		Linear	Quadrático
Ácido Graxo (g/100 g AG)							
Caprílico C <sub>8:0</sub>	0,47	0,45	0,25	0,39	0,05	0,25	0,35
Cáprico C <sub>10:0</sub>	11,61	10,24	11,71	13,02	0,49	0,12	0,11
Undecanoico C <sub>11:0</sub>	0,99	1,14	0,72	0,27	0,14	0,08	0,34
Láurico C <sub>12:0</sub>	6,22	6,13	5,04	5,59	0,24	0,07	0,35
Tridecanoico C <sub>13:0</sub>	0,55	0,54	0,27	0,32	0,06	0,09	0,79
Mirístico C <sub>14:0</sub>	17,93	15,31	18,73	16,51	0,70	0,87	0,88
Miristoleico C <sub>14:1 cis-9</sub>	0,87	0,63	0,35	0,32	0,07	0,002 <sup>a</sup>	0,15
Pentadecanoico C <sub>15:0</sub>	0,42	0,86	0,23	0,33	0,08	0,06	0,11
Palmítico C <sub>16:0</sub>	37,59	37,57	38,52	37,84	0,77	0,78	0,80
Palmitoleico C <sub>16:1</sub>	0,33	0,81	0,44	0,76	0,08	0,11	0,50
Heptadecanoico C <sub>17:0</sub>	0,32	0,55	0,38	0,39	0,03	0,89	0,11
Heptadecenoico C <sub>17:1 cis-10</sub>	0,09	0,21	0,13	0,11	0,08	0,78	0,06
Esteárico C <sub>18:0</sub>	7,75	8,22	8,26	7,93	0,39	0,86	0,59
Oleico C <sub>18:1 cis-9</sub>	13,70	15,39	13,68	14,82	0,59	0,79	0,85
Linoleico C <sub>18:2 cis-9, cis-12</sub>	1,42	1,71	1,28	1,40	0,25	0,75	0,81
Ácidos Graxos Saturados	83,83	81,01	84,11	82,60	0,55	0,92	0,63
Ácidos Graxos Insaturados	16,17	18,99	15,89	17,40	0,56	0,92	0,63
AGI:AGS	0,19	0,24	0,19	0,21	0,01	0,94	0,64
Ácidos Graxos Desejáveis (AGD)	23,92	27,21	24,15	25,33	0,83	0,89	0,59

EPM – erro padrão da média; AGI:AGS – relação entre ácidos graxos insaturados e ácidos graxos saturados; AGD = (AGI + C18:0).

<sup>a</sup>  $\hat{Y}=0,910142-0,146381X$  ( $r^2=0,53$ ).

mirístico e palmítico de 17,12 e 37,88 g/100g de AG foram ligeiramente mais elevados (Tabela 4) do que aqueles observados por Chilliard et al. (2001), de 12 a 14% para o mirístico e de 30 a 34% para o palmítico, quando utilizaram 60% de silagem de maniçoba; e por Fernandes et al. (2008) de 12,51 e 24,85% quando utilizaram dieta sem inclusão de óleo na alimentação de cabras leiteiras Moxotó. Contudo, o nível médio de ácido esteárico  $C_{18:0}$  de 8,04 g/100 g de AG verificado neste estudo (Tabela 4), encontra-se dentro da faixa sugerida (6 a 11%) por Chilliard et al. (2001). Segundo Hartman (1993), o ácido esteárico não está envolvido no aumento dos níveis de colesterol, já que quando ingerido é metabolizado a ácido oleico  $C_{18:1}$ . Todavia, o valor médio do ácido oleico  $C_{18:1}$  (14,40 g/100g de AG) encontra-se abaixo da faixa desejável de 18 a 23%, sugerida por Chilliard et al. (2001).

O teor de ácidos graxos de cadeia curta ( $C_{10:0}$ - $C_{11:0}$ ), média ( $C_{12:0}$ - $C_{16:0}$ ) e longa ( $C_{18:0}$ ,  $C_{18:1}$  e  $C_{18:2}$ ), incluindo aqueles de cadeia ímpar ( $C_{11:0}$ ,  $C_{15:0}$ ,  $C_{17:0}$ ,  $C_{17:1}$ ) não foram alterados pela substituição do milho pelo farelo de manga (Tabela 4). No entanto, é oportuno relatar que de todos os AG identificados neste estudo, observou-se uma tendência às maiores concentrações dos ácidos  $C_{10:0}$ ,  $C_{14:0}$ ,  $C_{16:0}$  e  $C_{18:1}$ , que esteve relacionado ao tipo de ácido graxo presente no farelo de manga integral, como mencionado anteriormente. De acordo com Mesquita et al. (2008), a maior concentração desses ácidos deve-se à maior disponibilidade de fibra na dieta, elevando a proporção de acetato e  $\beta$ -hidroxibutirato no rúmen, que são precursores lipogênicos para a produção de ácidos graxos de cadeia curta e média.

A substituição do milho pelo farelo de manga integral reduziu em 0,15 g o ácido miristoleico  $C_{14:1}$  *cis*-9/100 g de ácidos graxos para cada 1% de aumento nos níveis de substituição (Tabela 4), o que poderia estar relacionado à presença de tanino no farelo de manga (Tabela 1). Toral et al. (2011), ao adicionarem tanino às dietas com óleo de girassol para ovelhas Assaf, não observaram alterações nos principais AG do leite, exceto para a redução do  $C_{14:1}$  *cis*-9 em relação à dieta sem tanino. Na literatura, os dados a respeito do impacto da ingestão de tanino sobre o perfil de ácidos graxos do leite ainda é inconsistente. O que tem sido reportado é que reduções nos teores de AG de 18 carbonos podem ocorrer na presença de taninos na dieta de vacas ou ovelhas à pasto (TURNER et al., 2005), ou mesmo aumentar devido à biohidrogenação dos AGPI da dieta para  $C_{18:0}$  (CABIDDU et al., 2009). Toral et al. (2011) reportaram que o tipo de

tanino ou a dosagem utilizada podem afetar a biohidrogenação, entretanto, as mudanças observadas no perfil de ácidos graxos do leite deveram-se à presença de fonte lipídica na dieta. Em um estudo de Vasta et al. (2009), o aumento nos teores de C18:1 *trans*-10 e *trans*-11 no rúmen de ovinos ocorreu com a adição de 104 g de taninos condensados/kg MS oriundo do extrato de quebracho (*Schinopsis lorentzii*). Dessa forma, o teor de tanino neste estudo esteve bem abaixo do reportado por Vasta et al. (2009), o que explicaria a ausência de efeitos sobre os principais AG do leite.

Do total de ácidos graxos identificados no presente estudo, 82,89% foi caracterizado por ácidos graxos saturados e 17,11% por ácidos graxos insaturados, o representou uma relação de 0,21 entre AGI:AGS (Tabela 4). Os ácidos graxos insaturados identificados neste estudo (C<sub>18:1</sub> *cis*-9 e C<sub>18:2</sub> *cis*-9, *cis*-12) não foram alterados pela substituição do milho pelo farelo de manga integral (Tabela 4). De acordo com Goudjil et al. (2004) e Chilliard et al. (2003), o ácido linoleico C<sub>18:2</sub> *cis*-9 *cis*-12 está presente em cerca de 70 a 75% de todo o C<sub>18:2</sub> do leite da espécie caprina.

O teor de ácidos graxos desejáveis não foi alterado pela substituição do milho pelo farelo de manga integral (Tabela 4), com valores médios de 25,15 g/100 g de AG. O teor de ácidos graxos desejáveis de 25,15% foi semelhante ao verificado por Costa et al. (2010) de 24,44% ao substituírem 100% do milho pela palma forrageira na dieta de cabras Alpinas, devido ao aumento nos teores de ácidos graxos saturados total de 62,80 para 71,93%.

### **3.3. Efeito do Padrão Comportamental sobre o Desempenho Leiteiro**

O estudo das características comportamentais em ruminantes não é recente, como já verificado por Murphy et al. (1983), quando estudaram o padrão de ruminação em ovinos e caprinos. Mais recentemente, Desnoyers et al. (2011) utilizaram a análise multivariada para estudar a relação entre o padrão de comportamento ingestivo em cabras leiteiras confinadas e as variações no pH ruminal.

No presente estudo, buscou-se, a partir da análise multivariada, verificar como o padrão comportamental de cabras leiteiras confinadas recebendo dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho poderia afetar o desempenho leiteiro, seja em termos de produção ou mesmo na composição do leite. É importante destacar que a técnica de estatística multivariada a partir da análise fatorial supõe que as variáveis

observadas são combinações lineares de alguns fatores subjacentes, independentes uma da outra, e que geralmente refletem um processo biológico. Dessa forma, a utilização desta análise é uma técnica exploratória em que os resultados são interpretados como uma tendência geral (MUENDO et al., 2006).

Os resultados da análise fatorial estão apresentados na Tabela 5. Nove fatores foram importantes na descrição da variabilidade dos dados e juntos contabilizaram 47% da variação total. Os nove fatores (F1-F9) estão identificados e descritos nos parágrafos a seguir, e os resultados da Análise de Variância (ANOVA) dos fatores são apresentados na Tabela 6, assim como os resultados da ANOVA para os fatores que tiveram efeito significativo para tratamento, os quais são apresentados nas Tabelas 7 e 8.

*Fator 1 (F1): Produção diária de leite e dos constituintes do leite em função do número de refeições diárias*

O primeiro fator (F1) representou 16% da variabilidade dos dados (Tabela 5). Compreende apenas um grupo de variáveis com alto coeficiente positivo. Os altos valores do fator indicam que há incrementos na produção de leite (0,96402), produção de leite corrigida para 3,5% (0,97631) e para 4,0% (0,97664) de gordura e sólidos totais (0,97598), e produções diárias dos constituintes do leite [gordura (0,93246), proteína (0,85458), caseína (0,81690), lactose (0,96934), sólidos totais (0,98191) e sólidos não gordurosos (0,98683)], à medida que se eleva o número de refeições diárias (0,61565), como verificado pelo seu coeficiente positivo (Tabela 5). Na Análise de Variância e de regressão dos fatores (Tabela 6), o modelo aplicado representou 97,3% da variabilidade dos fatores, dos quais 2% foram devido aos tratamentos. A análise de regressão para os tratamentos apresentou efeito cúbico (Tabela 6), mostrando que as variáveis pertencentes ao Fator 1 sofreram reduções em suas médias quando substituiu-se até 66% do milho pelo farelo de manga integral, com elevação dos valores ao se substituir totalmente o milho na dieta, mediante o aumento no número de refeições (Tabela 7).

**Tabela 5** - Cargas das características estudadas para os fatores referentes ao padrão comportamental associado ao desempenho leiteiro

Fatores	F1 <sup>a</sup>	F2 <sup>b</sup>	F3 <sup>c</sup>	F4 <sup>d</sup>	F5 <sup>e</sup>	F6 <sup>f</sup>	F7 <sup>g</sup>	F8 <sup>h</sup>	F9 <sup>i</sup>
Produção de Leite (kg/dia)	<b>0.96402</b>	0.00159	-0.05392	-0.21997	0.08213	-0.01841	-0.04005	0.04069	0.02819
Leite corrigido 3,5% (kg/dia)	<b>0.97631</b>	0.04854	-0.12333	0.01014	0.08873	-0.01379	-0.01106	0.10743	0.08027
Leite corrigido 4,0% (kg/dia)	<b>0.97664</b>	0.04794	-0.12248	0.00709	0.08869	-0.01386	-0.01145	0.10660	0.07962
Leite corrigido ST (kg/dia)	<b>0.97598</b>	0.00873	-0.12158	0.12217	0.08533	-0.01884	0.00636	0.07952	0.04285
Gordura (%)	0.33754	0.11696	-0.27648	<b>0.73467</b>	0.00119	0.12276	0.09906	0.27833	0.18939
Proteína (%)	-0.00174	0.01373	-0.02838	<b>0.93398</b>	-0.04791	0.19889	-0.16042	-0.13378	-0.09647
Caseína (%)	-0.05879	-0.01577	-0.01633	<b>0.92717</b>	-0.04879	0.23980	-0.15110	-0.13175	-0.11497
Lactose (%)	0.47413	-0.44213	-0.07048	0.34870	-0.00348	-0.19441	0.48835	0.17234	-0.09144
Sólidos Totais (%)	0.28614	-0.07743	-0.16002	<b>0.90138</b>	-0.02984	0.09135	0.14257	0.11185	0.00170
Sólidos não gordurosos (%)	0.21684	-0.20826	-0.05826	<b>0.91906</b>	-0.04875	0.05845	0.15768	-0.02038	-0.13329
Ureia (mg/dL)	0.05123	0.44106	0.08983	<b>0.50098</b>	-0.03396	0.02386	0.18684	0.24627	0.40841
Contagem de células somáticas	-0.01934	0.01062	0.17210	0.28558	-0.20729	<b>0.87113</b>	-0.08855	-0.11734	0.02705
Contagem bacteriana total	-0.02303	0.02957	0.14112	0.35941	-0.00393	<b>0.85778</b>	0.09764	0.08798	-0.02488
Gordura (g/dia)	<b>0.93246</b>	0.08329	-0.17187	0.19294	0.08912	-0.00935	0.01264	0.15471	0.11736
Proteína (g/dia)	<b>0.85458</b>	0.00911	-0.08775	0.43894	0.04531	0.07624	-0.14599	-0.06455	-0.03985
Caseína (g/dia)	<b>0.81690</b>	-0.01075	-0.08107	0.49289	0.04180	0.11858	-0.15164	-0.07151	-0.06041
Lactose (g/dia)	<b>0.96934</b>	-0.10094	-0.07039	-0.09717	0.09679	-0.08971	0.08586	0.06015	-0.01103
Sólidos Totais (g/dia)	<b>0.98191</b>	-0.01096	-0.10764	0.10281	0.08385	-0.02123	0.00467	0.05927	0.02298
Sólidos não gordurosos (g/dia)	<b>0.98683</b>	-0.05069	-0.07868	0.06295	0.08025	-0.02591	0.00122	0.01787	-0.01737
Eficiência Alimentar	0.57903	-0.02976	0.12091	<b>-0.62242</b>	0.20256	0.14706	0.34917	0.19460	0.06306
Tempo de alimentação (min)	0.24703	0.18575	<b>0.89870</b>	0.08154	-0.00389	0.07322	-0.26563	0.04173	-0.06756
Tempo de ruminação (min)	0.16569	<b>0.95266</b>	-0.00956	0.07972	-0.13283	-0.08340	-0.12283	-0.08434	-0.01331
Tempo de ócio (min)	-0.25360	<b>-0.78468</b>	-0.48336	-0.10166	0.09740	0.01988	0.23300	0.03773	0.04640
Tempo de mastigação total (min)	0.25360	<b>0.78468</b>	0.48336	0.10166	-0.09740	-0.01988	-0.23300	-0.03773	-0.04640
Eficiência de alimentação (gMS/h)	0.29301	-0.18103	<b>-0.89386</b>	0.10024	-0.10858	-0.11854	-0.06357	-0.09476	-0.00656
Eficiência de alimentação (gFDN/h)	0.30116	-0.14292	<b>-0.90373</b>	0.09798	-0.12459	-0.09271	-0.05082	-0.05112	0.03082
Eficiência de ruminação (gMS/h)	0.39075	<b>-0.80534</b>	-0.15199	0.21360	-0.00750	-0.06881	-0.31241	0.02439	-0.01761
Eficiência de ruminação (gFDN/h)	0.42666	<b>-0.78791</b>	-0.17748	0.20981	-0.02413	-0.02332	-0.30227	0.07519	0.02248
Mastigação total (min/kg MS)	-0.45803	<b>0.56799</b>	0.55044	-0.25106	0.08634	0.04510	0.26896	0.04337	-0.02686
Mastigação total (min/kg FDN)	-0.50188	0.52590	<b>0.57176</b>	-0.23658	0.10703	-0.01519	0.24594	-0.00945	-0.08468

Consumo de matéria seca (min/kg)	-0.26920	0.13938	<b>0.90213</b>	-0.17230	0.10355	0.10986	0.13042	0.11478	-0.03299
Consumo de FDN (min/kg)	-0.29910	0.09534	<b>0.91100</b>	-0.15351	0.11453	0.05675	0.10461	0.07625	-0.07362
Ruminação (nº/dia)	-0.16334	0.40213	-0.13816	0.18510	-0.23616	-0.33234	0.04417	<b>-0.62103</b>	0.09736
Ruminação (min)	0.28147	<b>0.85820</b>	0.07570	-0.04136	-0.01410	0.11418	-0.11848	0.24747	-0.07628
Ruminação (min/kg MS)	-0.48560	<b>0.74178</b>	0.16814	-0.24841	0.05362	-0.01203	0.30501	-0.01812	-0.01612
Ruminação (min/kg FDN)	-0.52788	<b>0.71326</b>	0.18267	-0.23965	0.07531	-0.06430	0.28950	-0.07006	-0.07206
Ruminação (gMS/bolo)	0.54983	-0.35261	0.01843	0.12310	<b>0.67602</b>	-0.18657	-0.21287	-0.07691	-0.02268
Ruminação (gFDN/bolo)	0.57394	-0.31570	0.01163	0.11053	<b>0.67794</b>	-0.14827	-0.20619	-0.04135	0.01291
Ócio (nº/dia)	0.05441	-0.32783	-0.44497	-0.05153	-0.05887	-0.39000	0.21460	0.36303	-0.10081
Ócio (min)	-0.32029	<b>-0.74719</b>	-0.33917	-0.08774	0.15260	0.19764	0.19134	-0.12240	0.11889
Mastigação merícica (seg/bolo)	0.23890	0.29911	0.11563	-0.08509	<b>0.88357</b>	-0.13026	-0.02924	-0.04312	0.01092
Bolo (nº/dia)	-0.05726	0.39393	-0.11265	0.16039	<b>-0.87297</b>	0.05305	-0.09114	-0.09716	-0.01659
Mastigação merícica (h/dia)	-0.13701	0.05232	-0.15016	0.15333	<b>-0.92392</b>	0.09143	-0.06878	-0.10695	-0.00474
Mastigação merícica (nº/bolo)	0.04076	0.15695	0.03496	0.03179	<b>0.94288</b>	0.16788	0.06518	0.05209	0.02809
Mastigação merícica (nº/dia)	-0.06245	<b>0.78597</b>	-0.07084	0.23323	0.29167	0.34170	0.04829	-0.00787	-0.00141
Refeições (nº/dia)	<b>0.61565</b>	0.02058	0.58156	0.06560	0.23732	-0.25465	-0.01933	-0.07676	0.24188
Refeições (min)	-0.51319	0.10271	0.11787	0.00884	-0.25954	0.39917	-0.22718	0.11299	<b>-0.52797</b>
Fezes (nº/dia)	0.15335	-0.25742	-0.12401	-0.38223	-0.08696	0.08097	-0.22443	-0.08842	<b>0.77864</b>
Urina (nº/dia)	0.09943	-0.28909	-0.20647	-0.06891	<b>-0.54824</b>	0.01892	-0.51483	0.05953	0.26523
Água (nº/dia)	0.24223	0.20730	0.23914	0.05296	0.03741	-0.15506	0.01406	<b>0.72454</b>	-0.00664
Variância explicada (%)	15,98	9,58	6,96	4,73	3,52	2,00	1,92	1,24	1,06

Coeficientes em negrito foram usados para as interpretações.

<sup>a</sup> Produção diária de leite e dos constituintes do leite em função do número de refeições diárias; <sup>b</sup> Atividades relacionadas à ruminação; <sup>c</sup> Atividades relacionadas à alimentação; <sup>d</sup> Concentração dos constituintes do leite e eficiência alimentar; <sup>e</sup> Atividades mastigatórias; <sup>f</sup> Qualidade do leite; <sup>g</sup> Nenhuma variável apresentou associação maior que 0,50; <sup>h</sup> Relação entre ruminação e consumo diário de água; <sup>i</sup> Relação entre refeições diárias e produção fecal.

**Tabela 6** – Análise de variância dos fatores gerados a partir da análise multivariada do agrupamento entre as características referentes ao padrão comportamental associado ao desempenho leiteiro

Fatores	F1 <sup>a</sup>		F2 <sup>b</sup>		F3 <sup>c</sup>		F4 <sup>d</sup>		F5 <sup>e</sup>		F6 <sup>f</sup>		F7 <sup>g</sup>		F8 <sup>h</sup>		F9 <sup>i</sup>		
ANOVA																			
Significância	***		*		ns		**		Ns		**		ns		ns		ns		
r <sup>2</sup>	0,97		0,85		0,54		0,89		0,73		0,89		0,79		0,69		0,71		
Fonte de variância	Sign.	%SS	Sign.	%SS	Sign.	%SS	Sign.	%SS	Sign.	%SS	Sign.	%SS	Sign.	%SS	Sign.	%SS	Sign.	%SS	
Trat. (L)	ns	0,4	**	15,2	ns	3,1	ns	0,0	Ns	3,9	ns	0,0	ns	0,1	ns	5,7	ns	4,2	
Trat. (Q)	ns	0,2	ns	1,9	ns	0,9	ns	0,3	Ns	0,6	ns	1,6	ns	0,6	ns	0,4	ns	0,2	
Trat. (C)	*	1,4	ns	0,1	ns	0,1	ns	0,6	Ns	0,0	ns	1,1	ns	0,0	ns	11,4	ns	0,2	
QL	**	3,3	**	13,4	ns	0,9	ns	0,2	*	18,8	ns	0,1	ns	6,5	ns	3,4	ns	2,0	
Trat*QL	ns	0,9	ns	0,3	ns	11,2	ns	1,1	Ns	9,3	ns	6,1	ns	11,6	ns	3,4	ns	7,0	
Animal (QL)	***	69,1	**	41,8	ns	24,8	***	74,8	Ns	37,1	***	75,1	ns	29,0	ns	21,8	ns	19,7	
Período(QL)	***	22,0	ns	12,8	ns	12,8	ns	12,1	Ns	3,7	ns	4,9	ns	30,7	ns	22,8	ns	37,7	
Equação de regressão																			
Tratamento	1		2		ns		ns		Ns		ns		ns		ns		ns		

<sup>a</sup> Produção diária de leite e dos constituintes do leite em função do número de refeições diárias; <sup>b</sup> Atividades relacionadas à ruminação; <sup>c</sup> Atividades relacionadas à alimentação; <sup>d</sup> Concentração dos constituintes do leite e eficiência alimentar; <sup>e</sup> Atividades mastigatórias; <sup>f</sup> Qualidade do leite; <sup>g</sup> Nenhuma variável apresentou associação maior que 0,50; <sup>h</sup> Relação entre ruminação e consumo diário de água; <sup>i</sup> Relação entre refeições diárias e produção fecal.

r<sup>2</sup> – coeficiente de determinação; Trat. – tratamento; L – efeito linear; Q – efeito quadrático; C – efeito cúbico; QL – quadrado latino; Sign. – nível de significância; %SS – porcentagem da soma de quadrado total.

\*Significativo ao nível de 0,05; \*\*Significativo ao nível de 0,01; \*\*\*Significativo ao nível de 0,001; ns – não significativo.

$${}^1\hat{Y}=0,245122765+0,007106151X-0,000481204X^2+0,000004036X^3; {}^2\hat{Y}=0,458678569-0,003192783X+0,000196011X^2-0,000000601X^3$$

**Tabela 7** - Análise de variância e multi-comparação dos tratamentos das variáveis pertencentes ao Fator 1 obtido a partir do agrupamento entre o padrão comportamental associado ao desempenho leiteiro, avaliadas de acordo com os níveis de substituição do milho pelo farelo de manga integral

Variáveis do F1	Comportamento					Desempenho Leiteiro					
	Ingestivo					Gordura (g/dia)	Proteína (g/dia)	Caseína (g/dia)	Lactose (g/dia)	ST (g/dia)	SNG (g/dia)
	Refeições (nº/dia)	PL (kg/dia)	LC 3,5% (kg/dia)	LC 4,0% (kg/dia)	LCST (kg/dia)						
ANOVA											
Significância						***					
r <sup>2</sup>						0,97					
Fonte de variância	Significância					%SS					
Tratamento (L)	Ns					0,4					
Tratamento (Q)	Ns					0,2					
Tratamento (C)	*					1,4					
QL	**					3,3					
Trat*QL	Ns					0,9					
Animal (QL)	***					69,1					
Período(QL)	***					22,0					
Médias obtidas para cada tratamento											
0%	11,25	2,04	1,72	1,59	1,64	51,90	49,84	39,08	83,44	203,93	152,03
33,3%	11,13	2,03	1,74	1,61	1,64	53,24	48,58	37,92	82,66	203,09	149,85
66,6%	9,88	1,90	1,66	1,53	1,55	51,67	44,86	35,24	77,52	191,45	139,77
100%	10,75	1,97	1,75	1,61	1,62	55,29	46,49	36,22	78,94	198,82	143,53
Equação de regressão											
Tratamento (C)	$\hat{Y}=0,245122765+0,007106151X-0,000481204X^2+0,000004036X^3$										

PL - Produção de Leite (kg/dia); LC 3,5% - Leite corrigido para 3,5% de gordura (kg/dia); LC 4,0% - Leite corrigido para 4,0% de gordura (kg/dia); LCST - Leite corrigido para sólidos totais (kg/dia); r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; L - efeito linear; Q - efeito quadrático; C - efeito cúbico; QL - quadrado latino; Sign. - nível de significância; %SS - porcentagem da soma de quadrado total.

\*Significativo ao nível de 0,05; \*\*Significativo ao nível de 0,001; \*\*\*Significativo ao nível de 0,0001; ns - Não Significativo.



*Fator 2 (F2): Atividades relacionadas à ruminação*

O segundo fator (F2) representou cerca de 10% da variabilidade dos dados (Tabela 5). Compreende dois grupos de variáveis: as com alto coeficiente positivo e aquelas com alto coeficiente negativo. Os altos valores do fator indicam que há uma elevação no tempo de ruminação em minutos (0,95266), período de ruminação em minutos (0,85820), ruminação em minutos por kg de MS (0,74178) e por kg de FDN (0,71326), tempo de mastigação total em minutos (0,78468) e em minutos/kg de MS (0,56799) e número de mastigações merísticas por dia (0,78597), ao mesmo tempo em que ocorrem reduções no tempo de ócio (-0,78468) e nos períodos diários de ócio em minutos (-0,74719), e na eficiência de ruminação de cada grama de MS (-0,80534) e de FDN (-0,18791) por hora (Tabela 5). Na Análise de Variância e de regressão dos fatores (Tabela 6), o modelo aplicado representou 85,5% da variabilidade dos fatores, dos quais 17,2% foram devido aos tratamentos, que apresentou efeito linear, mostrando que as variáveis pertencentes ao Fator 2 relacionadas à eficiência de ruminação e ao ócio sofreram reduções em suas médias quando substituiu-se o milho pelo farelo de manga integral em até 100% da dieta, à medida que elevou-se as atividades ruminais (Tabela 8).

*Fator 3 (F3): Atividades relacionadas à alimentação*

O terceiro fator (F3) representou cerca de 7% da variabilidade dos dados (Tabela 5). Dentre os dois grupos de variáveis existentes, as com coeficiente positivo indicam que há uma elevação no tempo de alimentação em minutos (0,89870), consumo de MS (0,90213) e de FDN (0,91100) em minutos/kg e tempo de mastigação total em minutos por kg de FDN (0,57176); e aquelas com alto coeficiente negativo representam reduções na eficiência de alimentação em gramas de MS (-0,89386) e de FDN/hora (-0,90373). Devido a não ter havido efeito significativo para o modelo do Fator 3 (Tabela 6), pode-se dizer que quando se aumentam as atividades de alimentação e mastigação há uma tendência em reduzir a eficiência de consumo de nutrientes e consequentemente com reflexo negativo sobre a produção de leite. Na Análise de Variância e de regressão dos fatores (Tabela 6) nenhuma das fontes de variância apresentou efeito significativo.

**Tabela 8** - Análise de Variância e multi-comparação dos tratamentos das variáveis pertencentes ao Fator 2 obtido a partir do agrupamento entre as características do padrão comportamental associado ao desempenho leiteiro, avaliadas de acordo com os níveis de substituição do milho pelo farelo de manga integral

Variáveis do F2	Comportamento Ingestivo										
	TRU (min)	TO (min)	TMT (min)	ERU (gMS/h)	ERU (gFDN/h)	MT (min/kg MS)	RU (min)	RU (min/kg MS)	RU (min/kg FDN)	Ócio (min)	MM (nº/dia)
ANOVA											
Significância						*					
r <sup>2</sup>						0,85					
Fonte de variância	Significância										%SS
Trat. (L)	**										15,2
Trat. (Q)	ns										1,9
Trat. (C)	ns										0,1
QL	**										13,4
Trat*QL	ns										0,3
Animal (QL)	**										41,8
Período(QL)	ns										12,8
Médias obtidas para cada tratamento											
0%	468,13	658,75	781,25	215,99	122,78	416,42	27,06	249,58	512,58	29,93	20.840,99
33,3%	485,00	655,63	784,38	240,59	120,87	415,66	27,54	257,45	511,94	30,76	20.735,10
66,6%	495,63	656,88	783,13	227,85	117,96	432,85	28,97	272,80	527,88	28,83	21.595,47
100%	553,75	588,13	851,88	202,95	106,80	461,88	30,43	299,93	570,59	26,35	22.517,87
Equação de regressão											
Tratamento (L)	$\hat{Y}=0,458678569-0,003192783X$										

TRU - tempo de ruminação (min); TO - tempo de ócio (min); TMT - tempo de mastigação total (min); ERU – eficiência de ruminação (g MS e g FDN/h); MT – mastigação total (min/kg MS); RU – período de ruminação (min); RU - ruminação (min/kg MS e min/kg FDN); MM - mastigação merícica (nº/dia); r<sup>2</sup> – coeficiente de determinação; L – efeito linear; Q – efeito quadrático; C – efeito cúbico; QL – quadrado latino; Sign. – nível de significância; %SS – porcentagem da soma de quadrado total.

\*Significativo ao nível de 0,05; \*\*Significativo ao nível de 0,001; \*\*\*Significativo ao nível de 0,0001; ns – Não Significativo..

*Fator 4 (F4): Concentração dos constituintes do leite e eficiência de produção de leite em função do consumo de matéria seca*

O quarto fator (F4) representou cerca de 5% da variabilidade dos dados (Tabela 5). As variáveis pertencentes ao grupo com alto coeficiente positivo indicam que há uma elevação nas concentrações de gordura (0,73467), proteína (0,93398), caseína (0,92717), ureia (0,50098), sólidos totais (0,90138) e sólidos não gordurosos (0,91906), e redução na eficiência alimentar (-0,62242) (Tabela 5). Na Análise de Variância e de regressão dos fatores (Tabela 6), o modelo aplicado representou 89,2% da variabilidade dos fatores, sem efeito significativo para os tratamentos. No entanto, observa-se que a fonte de variância animal dentro dos quadrados latinos mostrou-se significativa, indicando que as concentrações de constituintes do leite estão intrinsecamente relacionadas à capacidade genética de cada animal em produzir leite, assim como o seu comportamento ingestivo e o seu estado fisiológico.

*Fator 5 (F5): Atividades mastigatórias e frequência de micção*

O quinto fator (F5) representou cerca de 4% da variabilidade dos dados (Tabela 5). Dentre os dois grupos de variáveis existentes, as com alto coeficiente positivo indicaram aumento do número de mastigações meréricas por bolo (0,94288), tempo de mastigações meréricas por bolo (0,88357) e quantidade em gramas de MS (0,67602) e de FDN (0,67794) ruminadas por bolo; e aquelas com alto coeficiente negativo indicaram redução do tempo despendido em horas diárias de cada mastigação merérica (-0,92392), número de bolos formados por dia (-0,87297) e frequência diária de micção (-0,54824). Na Análise de Variância e de regressão dos fatores (Tabela 6), o modelo aplicado ao Fator 5 (Tabela 6) representou 73,3% da variabilidade dos fatores, não havendo efeito dos tratamentos.

*Fator 6 (F6): Qualidade do leite*

O sexto fator (F6) representou cerca de 2% da variabilidade dos dados (Tabela 5). Compreende apenas um grupo de variáveis com alto coeficiente positivo. Os altos valores do fator indicam uma elevação na contagem de células somáticas (CCS; 0,87113) e contagem bacteriana total (CBT; 0,85778) do leite (Tabela 5). Na Análise de

Variância e de regressão dos fatores (Tabela 6), o modelo aplicado representou 89,0% da variabilidade dos fatores, e dentre as fontes de variância somente animal dentro dos quadrados latinos mostrou-se significativo, fato que também poderia estar relacionado ao estado fisiológico do animal em si e da sua capacidade de imunidade frente aos microrganismos presentes no ambiente.

*Fator 7 (F7)* - Nenhuma variável apresentou associação maior que 0,5 (Tabela 5).

*Fator 8 (F8): Relação entre ruminção e consumo diário de água*

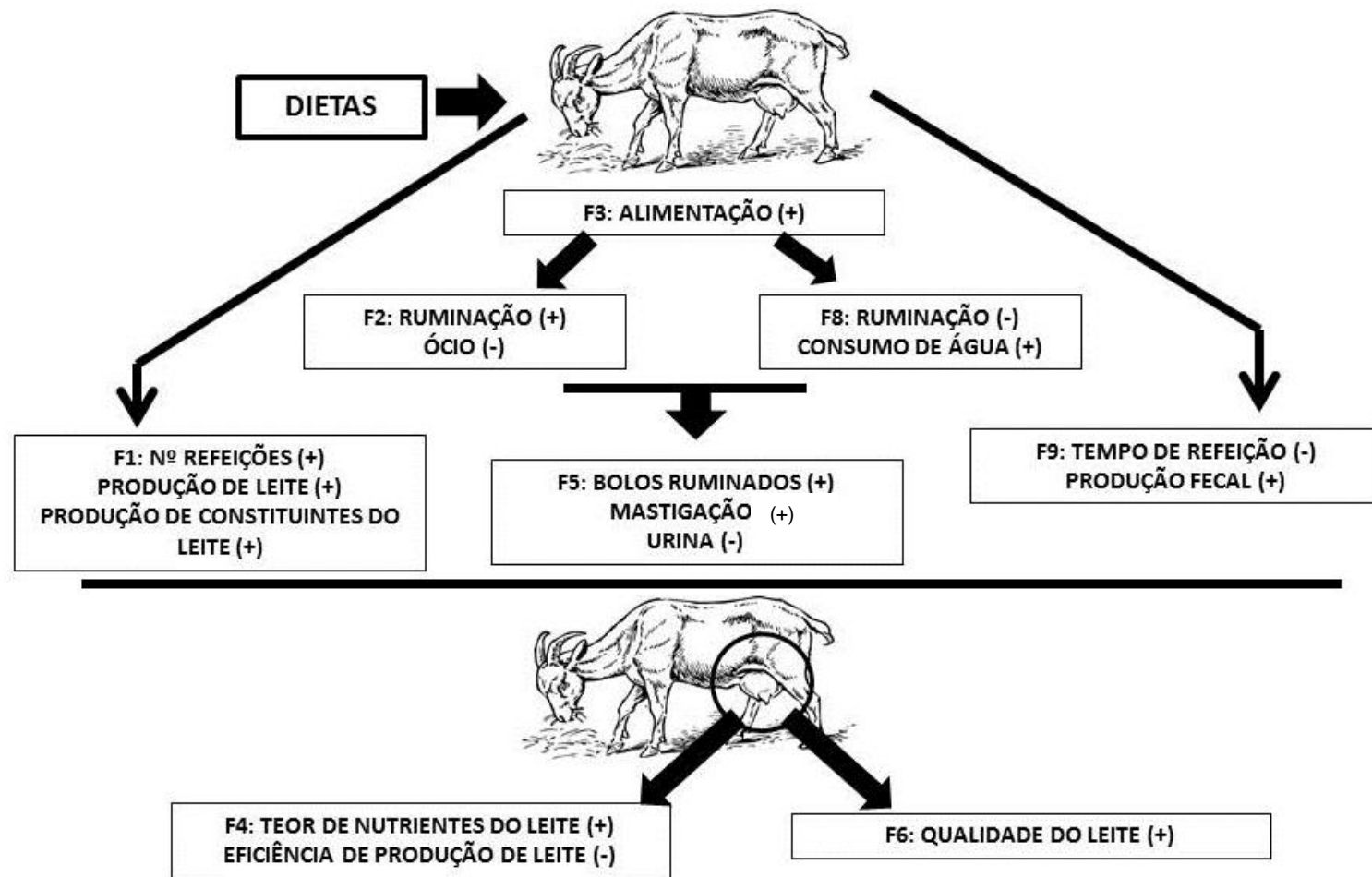
O oitavo fator (F8) representou 1,24% da variabilidade dos dados (Tabela 5). Dentre os dois grupos de variáveis existentes, o alto coeficiente positivo demonstrou aumento da procura por água (0,72454), e o coeficiente negativo representou a redução do ruminções por dia (-0,62103). Na Análise de Variância e de regressão dos fatores (Tabela 6), o modelo aplicado representou 68,8% da variabilidade dos fatores, e nenhuma das fontes de variância apresentou efeito significativo.

*Fator 9 (F9): Relação entre refeições diárias e produção fecal*

O nono fator (F9) representou 1,06% da variabilidade dos dados (Tabela 5). Dentre os dois grupos de variáveis existentes, o coeficiente positivo indicou aumento da frequência de defecação (0,77864), enquanto que o coeficiente negativo representou redução do tempo despendido por cada refeição diária (-0,52797). Na Análise de Variância e de regressão dos fatores (Tabela 6), o modelo aplicado representou 71,0% da variabilidade dos fatores, e nenhuma das fontes de variância apresentaram efeito significativo.

*Análise da associação entre os fatores do padrão comportamental sobre o desempenho leiteiro*

Os principais processos comportamentais envolvidos durante a produção e composição do leite de cabras Saanen, alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho são mostrados na Figura 1; a qual foi construída a partir dos resultados da Análise Fatorial e ANOVA dos fatores (Tabelas 6 e



**Figura 1** – Principais processos relacionados ao comportamento ingestivo envolvidos durante a produção e composição do leite em cabras alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho

8). Mediante a utilização desta técnica foi possível verificar que alguns resultados não estão relacionados somente às dietas testadas, mas muitas vezes são devido ao próprio animal.

As diferenças nos padrões comportamentais de animais da mesma espécie recebendo o mesmo tipo de dieta podem estar relacionadas ao mecanismo psicogênico (MERTENS, 1985). Dessa forma, cada animal interage de forma diferenciada com o alimento recebido, onde o paladar informa a característica do alimento ao animal e desempenha um importante papel biológico na ligação entre o animal e o ambiente, colaborando na regulação do consumo (Figura 1). Os altos valores do Fator 3 (Tabela 5) indicam que à medida que os animais elevam o tempo de ingestão de MS e de FDN, assim como as atividades mastigatórias para o processamento do material lignificado, ocorre redução na eficiência de alimentação da MS e da FDN por hora.

As atividades de mastigação (Fator 5) e ruminação (Fatores 2 e 8) estão relacionadas à qualidade da dieta testada, caracterizada por elevação dos teores de lignina e taninos (Figura 1). Estes fatores obtidos pela Análise de Componentes Principais representam a relação direta do aumento de frações de lenta digestibilidade nas dietas mediante a substituição do milho pelo farelo de manga integral (Tabela 2), e a consequente elevação das atividades relacionadas à ruminação e mastigações meréricas (Tabela 6). Este resultado corrobora com Arcuri et al. (2011), de que processos que facilitam o acesso microbiano aos tecidos de reserva, como a mastigação e ruminação, reduzem o tamanho das partículas do alimento e promovem hidratação. Estes processos desempenham papel essencial no estabelecimento de bactérias e fungos fibrolíticos aderidos à parede celular (DE BOEVER et al., 1990). A redução das atividades de ruminação (Fator 8) e o aumento na procura por água de beber esteve relacionado à menor produção de saliva, e maior necessidade hidratação do bolo alimentar para o seu processamento. Segundo Van Soest (1981), a umidificação ou hidratação auxilia na digestão do alimento, uma vez que o ataque microbiano se dá por meio de enzimas solúveis em água.

A partir das atividades de mastigação e ruminação (Figura 1), as partículas serão reduzidas iniciando o processo de digestão na boca. Ao reduzir o tamanho das partículas aumenta-se a superfície de contato disponível para a ação das enzimas microbianas (LU et al., 2005). Sendo assim, os fatores 2, 5 e 8 reforçam o fato de que as dietas testadas,

caracterizadas por maior concentração de frações de baixa digestibilidade e menor aporte de energia, promoveram elevação nas atividades mastigatórias e ruminatórias, permitindo liberação dos nutrientes, fato justificado pela ausência de depressão no consumo voluntário e desempenho leiteiro. Na literatura é possível verificar que há uma relação direta entre consumo de alimentos lignificados e atividades mastigatórias em ruminantes, como verificado por Cao et al. (2013), de que quanto maior o teor de lignina na fração de FDN, maiores são os tempos despendidos em ruminação e mastigação em minutos/kg de matéria seca. Isso se deve à barreira criada pela lignina ao acesso de enzimas celulolíticas (MCSWEENEY et al., 2001).

Após o consumo do alimento, a utilização dos nutrientes da dieta na produção e composição do leite depende de fatores relacionados ao animal (raça, idade, estado de saúde, reprodução), nutrição (fonte e composição dos alimentos), período de lactação, número de ordenhas diárias e ambiente (estação do ano, temperatura do ar, instalação) (HAENLEIN, 2007; RAYNAL-LJUTOVAC et al., 2008; TRONCO, 2010). Dentre esses fatores, a alimentação é a que mais afeta a utilização dos nutrientes para a síntese e composição do leite (COULON; PRIOLO, 2002). O primeiro fator (F1) calculado representa a combinação linear com o máximo de variabilidade contida numa amostra (Figura 1). Sendo assim, a partir da análise dos dados de padrão comportamental associados ao desempenho leiteiro, o F1 ou componente principal demonstrou que os animais regularam o número de refeições diárias, de acordo com o seu requerimento em nutrientes para a manutenção e produção, percebendo-se o aumento de refeições da dieta com 100% de substituição do milho pelo farelo de manga integral, com intuito de compensar a necessidade de nutrientes para produção.

O Fator 1 relaciona-se com o Fator 4 (Figura 1), que descreve que a concentração dos constituintes do leite e eficiência alimentar está diretamente relacionada ao consumo de matéria seca. Observa-se ainda que dentre as fontes de variância, o fator animal mostrou-se significativo (Tabela 6), o que indica que as concentrações de constituintes do leite estão intrinsecamente relacionadas à capacidade genética de cada animal em produzir leite, assim como o seu comportamento ingestivo e o seu estado fisiológico. Sendo assim, animais recebendo o mesmo tratamento nem sempre contribuem de forma similar no tempo de alimentação, o qual está relacionado ao número de refeições, confirmando a variabilidade dentro da mesma espécie. Animais

que permaneceram mais tempo na atividade de alimentação (maior número de refeições) tenderam a ingerir maior proporção de nutrientes, para serem utilizados na produção de leite.

A qualidade do leite representada pelo sexto fator (F6) demonstrou o estado fisiológico do animal, já que não houve efeito dos tratamentos. Barrón-Bravo et al. (2013) relataram que os fatores rebanho, ano de parição, mês ou estação de parição, estágio de lactação, rotina da ordenha, número de lactação, aparecimento de estro e a raça, podem contribuir para o aumento na CCS do leite de cabra.

### ***3.4. Efeito do Perfil Metabólico sobre o Desempenho Leiteiro***

A partir da análise multivariada buscou-se também verificar como o perfil metabólico de cabras leiteiras confinadas, recebendo dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho poderia afetar o desempenho leiteiro, seja em termos de produção ou mesmo na composição do leite. Este dado é importante quando se trabalha com rebanhos leiteiros em sistemas intensivos de produção, por serem maiores os riscos de ocorrência de transtornos metabólicos, relacionados a fatores como desequilíbrio entre o aporte de nutrientes para o organismo, capacidade de metabolização dessas substâncias e o nível de produção (MUNDIM et al., 2007). De acordo com Kerr (2003), a utilização da bioquímica clínica a partir de amostras sanguíneas é útil para se conhecer o quadro clínico do animal, avaliando o estado nutricional e possíveis alterações metabólicas.

Os resultados da análise fatorial estão apresentados na Tabela 9. Oito fatores foram importantes na descrição da variabilidade dos dados e juntos contabilizaram 28% da variação total. Os oito fatores (F1-F8) foram identificados e descritos nos parágrafos a seguir, e os resultados da Análise de Variância (ANOVA) dos fatores são apresentados na Tabela 10.

#### ***Fator 1 (F1): Desempenho leiteiro e metabolismo hepático***

O primeiro fator (F1) representou 11% da variabilidade dos dados (Tabela 9). Compreendeu apenas um grupo de variáveis com alto coeficiente positivo, indicando forte relação entre produção diária de leite (0,97416), produção de leite corrigida para 3,5% (0,99146) e para 4,0% (0,99173) de gordura e sólidos totais (0,98581), produções



**Tabela 9** - Cargas das características estudadas para os fatores referentes ao perfil metabólico associado ao desempenho leiteiro

Fatores	F1 <sup>a</sup>	F2 <sup>b</sup>	F3 <sup>c</sup>	F4 <sup>d</sup>	F5 <sup>e</sup>	F6 <sup>f</sup>	F7 <sup>g</sup>	F8 <sup>h</sup>
Produção de Leite (kg/dia)	<b>0.97416</b>	-0.19473	-0.00182	0.03533	-0.04600	-0.02525	-0.00319	-0.02636
Leite corrigido 3,5% (kg/dia)	<b>0.99146</b>	0.03253	-0.03728	0.00869	0.02840	-0.03404	0.06237	-0.00386
Leite corrigido 4,0% (kg/dia)	<b>0.99173</b>	0.02953	-0.03683	0.00905	0.02742	-0.03394	0.06154	-0.00416
Leite corrigido ST (kg/dia)	<b>0.98581</b>	0.14730	-0.04239	-0.00376	0.00534	-0.02351	0.03479	-0.00854
Gordura (%)	0.35704	<b>0.75567</b>	-0.05812	-0.10811	0.22666	-0.05944	0.29235	0.09620
Proteína (%)	-0.02593	<b>0.92696</b>	0.19703	0.22061	0.03626	0.06465	-0.10524	0.11363
Caseína (%)	-0.08565	<b>0.92609</b>	0.22665	0.18830	0.00684	0.06578	-0.08454	0.11795
Lactose (%)	0.46324	0.41033	-0.29743	<b>-0.57240</b>	-0.15743	0.02027	0.08336	-0.16546
Sólidos Totais (%)	0.27855	<b>0.92693</b>	-0.02828	-0.14304	0.08565	0.00155	0.10504	0.03948
Sólidos não gordurosos (%)	0.19064	<b>0.94499</b>	-0.00365	-0.15192	-0.02531	0.04517	-0.04138	-0.00572
Ureia no leite (mg/dL)	0.08542	0.38560	0.08183	0.02991	<b>0.73114</b>	-0.00541	0.01786	-0.03005
Contagem de células somáticas	-0.07599	0.34033	<b>0.80603</b>	-0.00393	0.00497	0.02833	0.26128	0.11129
Contagem bacteriana total	-0.05047	0.40094	<b>0.77394</b>	-0.08629	0.01170	-0.12207	0.36727	0.16942
Gordura (g/dia)	<b>0.95076</b>	0.21184	-0.06348	-0.01301	0.08612	-0.03917	0.11119	0.01428
Proteína (g/dia)	<b>0.84676</b>	0.45859	0.08261	0.19040	-0.03812	0.01946	-0.07472	0.04971
Caseína (g/dia)	<b>0.80573</b>	0.51706	0.11720	0.18429	-0.06311	0.02668	-0.06937	0.06339
Lactose (g/dia)	<b>0.97681</b>	-0.06400	-0.09239	-0.10523	-0.08290	-0.01649	-0.00019	-0.06481
Sólidos Totais (g/dia)	<b>0.98945</b>	0.12944	-0.03659	-0.00129	-0.01597	-0.01926	0.01447	-0.01450
Sólidos não gordurosos (g/dia)	<b>0.98969</b>	0.09242	-0.02460	0.00369	-0.05895	-0.01051	-0.02673	-0.02645
Eficiência Alimentar	<b>0.60903</b>	-0.60237	0.10466	-0.24090	-0.07532	-0.12225	0.16678	0.01831
Ureia no sangue (mg/dl)	-0.05410	0.27939	-0.06137	-0.02203	<b>0.72250</b>	0.14240	-0.43068	-0.20033
Creatinina (mg/dl)	0.16500	-0.06399	0.26732	0.11558	-0.01671	0.17731	<b>0.75731</b>	0.02831
GGT (UI)	<b>0.68940</b>	-0.29994	-0.26830	-0.27241	0.25504	0.00545	-0.00730	-0.08213
AST (UI)	0.30040	-0.37112	-0.03373	0.06770	0.30594	-0.37572	-0.45365	0.32322
Albumina (g/dl)	-0.00510	0.01813	0.06838	0.08700	0.18582	<b>0.71131</b>	0.25489	0.07236
Proteínas Totais (g/dl)	-0.07028	0.21251	-0.00852	0.04148	-0.00070	0.09958	0.02336	<b>0.88613</b>
Glicose (mg/dl)	0.08192	0.21556	-0.05624	<b>0.87818</b>	-0.05722	0.01903	0.06279	0.00191
Triglicérides (mg/dl)	0.09899	0.33562	0.05336	0.03814	<b>-0.74636</b>	-0.08216	-0.12736	-0.18630
Colesterol Total (mg/dl)	0.21169	-0.14991	<b>0.60841</b>	-0.07027	-0.20891	-0.36430	-0.15598	-0.30404
Cálcio (mg/dL)	0.08277	-0.17962	<b>0.59499</b>	0.45535	-0.11108	0.40145	-0.01593	0.18810

Fósforo (mg/dL)	0.28807	0.04476	<b>-0.74083</b>	-0.05105	-0.10706	-0.17984	0.00439	0.17892
Magnésio (mg/dL)	-0.06383	0.17384	-0.01527	-0.56723	-0.08311	<b>0.64879</b>	-0.22658	0.04438
Variância explicada (%)	10,68	6,21	2,92	2,03	2,00	1,52	1,51	1,26

Coefficientes em negrito foram usados para as interpretações.

<sup>a</sup> Desempenho leiteiro e metabolismo hepático; <sup>b</sup> Concentração dos constituintes do leite; <sup>c</sup> Qualidade do leite e metabolismo energético e mineral; <sup>d</sup> Glicose sanguínea e teor de lactose no leite; <sup>e</sup> Ureia no leite, ureia e triglicerídeos no sangue; <sup>f</sup> Albumina e magnésio no sangue; <sup>g</sup> Creatinina; <sup>h</sup> Proteínas totais.

**Tabela 10** – Análise de variância dos fatores gerados a partir da análise multivariada do agrupamento entre as características referentes ao perfil metabólico associado ao desempenho leiteiro

Fatores	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8								
Significância	***	***	***	Ns	*	ns	ns	ns								
r <sup>2</sup>	0,97	0,93	0,96	0,73	0,83	0,66	0,62	0,54								
Fonte de variância	Sign.	%SS	Sign.	%SS	Sign.	%SS	Sign.	%SS	Sign.	%SS	Sign.	%SS	Sign.	%SS	Sign.	%SS
Trat. (L)	ns	0,3	ns	0,1	ns	0,5	ns	0,0	ns	3,3	ns	5,2	ns	7,2	ns	0,9
Trat. (Q)	ns	0,2	ns	0,0	ns	0,6	ns	4,5	ns	0,7	ns	8,7	ns	10,7	ns	6,9
Trat. (C)	ns	0,6	ns	0,3	ns	0,1	ns	1,2	ns	3,3	ns	0,9	ns	0,0	ns	0,2
QL	***	5,1	ns	0,5	***	9,6	ns	0,1	**	14,2	ns	0,6	ns	2,8	ns	6,2
Trat*QL	ns	1,2	ns	1,7	**	5,4	ns	7,0	ns	3,6	ns	13,0	ns	2,7	ns	6,5
Animal (QL)	***	65,5	***	78,2	***	77,8	ns	28,5	ns	8,6	ns	28,2	ns	33,8	ns	15,0
Período(QL)	***	24,2	*	12,4	ns	2,5	ns	31,4	**	49,3	ns	9,6	ns	5,1	ns	18,8

\*Significativo ao nível de 0,05; \*\*Significativo ao nível de 0,01; \*\*\*Significativo ao nível de 0,001; ns – não significativo.

r<sup>2</sup> – coeficiente de determinação; Trat. – tratamento; L – efeito linear; Q – efeito quadrático; C – efeito cúbico; QL – quadrado latino; Sign. – nível de significância; %SS – porcentagem da soma de quadrado total.

diárias dos constituintes do leite [gordura (0,95076), proteína (0,84676), caseína (0,80573), lactose (0,97681), sólidos totais (0,98945) e sólidos não gordurosos (0,98969)], eficiência alimentar (0,60903) e a concentração sanguínea da enzima gama glutamiltransferase (GGT) (0,68940). Na Análise de Variância (ANOVA) e de regressão dos fatores (Tabela 10), o modelo aplicado representou 97,1% da variabilidade dos fatores, com ausência de efeito para os tratamentos. Entretanto, dentre as fontes de variância animal dentro dos quadrados latinos mostraram-se significativas (Tabela 10), o que indica que a capacidade em sintetizar o leite é intrínseca ao animal e ao seu estado fisiológico, com diferenças no metabolismo hepático de cada indivíduo.

*Fator 2 (F2): Concentração dos constituintes do leite*

O segundo fator (F2) representou 6% da variabilidade dos dados (Tabela 9). Compreende apenas um grupo de variáveis com alto coeficiente positivo, relacionadas à composição de leite: teores de gordura (0,75567), proteína (0,92696), caseína (0,92609), sólidos totais (0,92693) e sólidos não gordurosos (0,94499). Na Análise de Variância (ANOVA) e de regressão dos fatores (Tabela 10), o modelo aplicado representou 93,2% da variabilidade dos fatores, com efeito significativo para animal dentro dos quadrados latinos, indicando que a composição do leite está diretamente relacionada ao animal, seu estado fisiológico e às variações nos nutrientes ingeridos a partir da dieta.

*Fator 3 (F3): Qualidade do leite e o metabolismo energético e mineral*

O terceiro fator (F3) representou 3% da variabilidade dos dados (Tabela 9). As variáveis relacionadas à qualidade do leite (CCS = 0,80603; CBT = 0,77394), ao metabolismo energético (colesterol total = 0,60841) e mineral (Ca = 0,59499) estiveram correlacionadas positivamente. Entretanto, verificou-se uma relação inversa destas variáveis com a concentração de fósforo no sangue (-0,74083). Na Análise de Variância (ANOVA) e de regressão dos fatores (Tabela 10), o modelo aplicado representou 96,5% da variabilidade dos fatores, com efeito significativo para interação entre tratamento e quadrado latino, e animal dentro dos quadrados latinos, indicando efeito dos tratamentos sobre o metabolismo energético e mineral, assim como do estado fisiológico, nutricional e de saúde de cada animal sobre a qualidade do leite.

*Fator 4 (F4): Glicose sanguínea e teor de lactose no leite*

O quarto fator (F4) representou 2% da variabilidade dos dados (Tabela 9). Dentre os dois grupos de variáveis existentes, a concentração de glicose sanguínea apresentou alto coeficiente positivo (0,87818) e o teor de lactose coeficiente negativo (-0,57240). Na Análise de Variância (ANOVA) e de regressão dos fatores (Tabela 10), o modelo aplicado representou 72,7% da variabilidade dos fatores, e nenhuma das fontes de variância apresentou efeito significativo.

*Fator 5 (F5): Ureia no leite, ureia e triglicerídeos no sangue*

O quinto fator (F5) representou 2,0% da variabilidade dos dados (Tabela 9). As concentrações de ureia no sangue e ureia no leite das cabras lactantes estiveram correlacionadas positivamente (0,72250 e 0,73114, respectivamente), com coeficiente negativo para a concentração de triglicerídeos no sangue (-0,74636), indicando desbalanço entre energia e proteína na dieta. Na Análise de Variância (ANOVA) e de regressão dos fatores (Tabela 10), o modelo aplicado representou 83,0% da variabilidade dos fatores, com ausência de efeito significativo para tratamentos.

*Fator 6 (F6): Albumina e magnésio no sangue*

O sexto fator (F6) representou 1,52% da variabilidade dos dados (Tabela 9). Compreendeu apenas um grupo de variáveis com coeficiente positivo, representantes do metabolismo proteico (albumina = 0,71131) e metabolismo mineral (magnésio = 0,64879). Na Análise de Variância (ANOVA) e de regressão dos fatores (Tabela 10), o modelo aplicado representou 66,2% da variabilidade dos fatores, e nenhuma das fontes de variância apresentaram efeito significativo.

*Fator 7 (F7) e Fator 8 (F8): Creatinina e proteínas totais no sangue*

O sétimo e oitavo fatores (F7 e F8) representaram 1,51 e 1,26% da variabilidade dos dados, respectivamente (Tabela 9). Compreendeu apenas uma variável em cada fator, com alto coeficiente positivo, sendo as duas representantes do metabolismo proteico (creatinina = 0,75731 e proteínas totais = 0,88613). Na Análise de Variância (ANOVA) e de regressão dos Fatores 7 e 8 (Tabela 10), o modelo aplicado representou

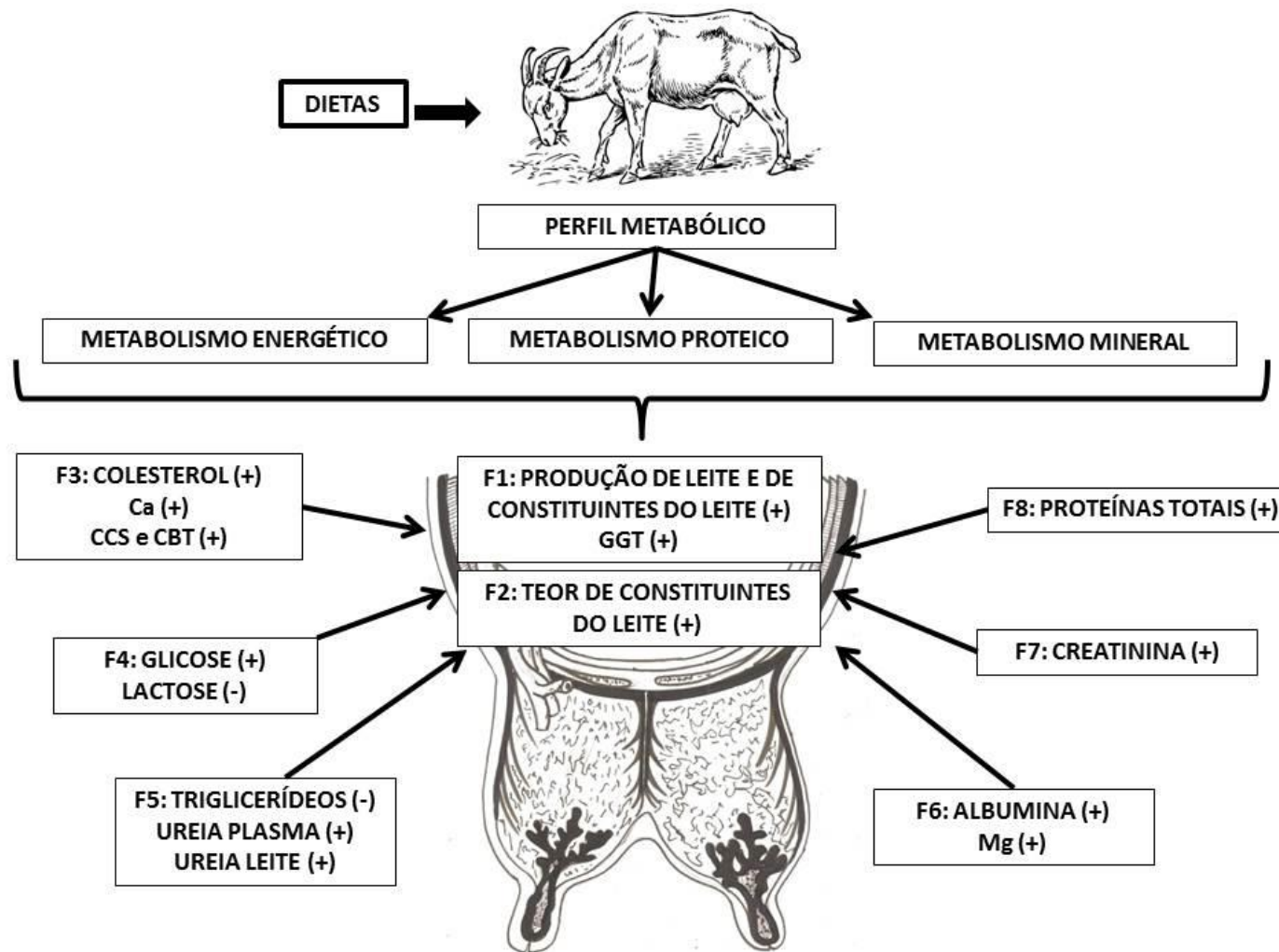
62,3 e 54,5% da variabilidade dos fatores, e nenhuma das fontes de variância para os Fatores 7 e 8 apresentaram efeito significativo.

#### *Análise da associação entre os fatores do perfil metabólico e o desempenho leiteiro*

Os principais processos metabólicos envolvidos durante a produção e composição do leite de cabras Saanen, alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho são mostrados na Figura 2, a qual foi construída a partir dos resultados da Análise Fatorial e Análise de Variância dos fatores (Tabelas 9 e 10). Mediante a utilização desta técnica foi possível verificar que a produção e a composição do leite são influenciadas por mecanismos relacionados aos nutrientes ingeridos e ao metabolismo no organismo animal.

A síntese do leite na glândula mamária (Fator 1 e Fator 2) ocorre a partir da transformação das substâncias trazidas na corrente sanguínea, como glicose, ácidos graxos, aminoácidos, minerais, vitaminas e água (TRONCO, 2010). Para que ocorra a síntese do leite vários fatores precisam agir conjuntamente, dentre eles estão o adequado desenvolvimento da glândula mamária, nutrição balanceada de forma a atender os requerimentos de manutenção e lactação da espécie, captação e conversão dos nutrientes dentro das células epiteliais mamárias (SILANIKOVE et al., 2010). A combinação entre o potencial animal por demanda de energia e a capacidade física do trato digestivo determinarão o consumo voluntário máximo de alimento (RESENDE et al., 2008), e no caso de animais lactantes o consumo de energia é um dos principais fatores que determinam a síntese e composição do leite (SEAL; REYNOLDS, 1993).

O primeiro fator (F1) representa a correlação do metabolismo hepático das cabras leiteiras, mediante a concentração sanguínea da enzima GGT, sobre a produção leiteira, a produção de constituintes do leite e a eficiência alimentar (Figura 2). Com exceção das células musculares, a enzima GGT está presente em todas as células do organismo, sendo sua atividade mais pronunciada nos rins e no fígado (SANTOS et al., 2007). Pode-se inferir que neste estudo não houve transtornos hepáticos ao longo do experimento, já que as enzimas GGT e AST mantiveram-se dentro da faixa de normalidade (Tabela 3), e funcionam como biomarcadores sanguíneos para avaliação de distúrbios metabólicos e funcionamento hepático (GONZÁLEZ; SILVA, 2003).



**Figura 2** - Principais processos metabólicos envolvidos durante a produção e composição do leite em cabras alimentadas com dietas contendo farelo de manga integral em substituição ao milho

Os lipídeos no plasma sanguíneo originam-se da absorção intestinal de lipídeos ingeridos, mobilização de reservas corpóreas ou processos sintéticos. Os fatores que influenciam sua concentração incluem a quantidade e o tipo de lipídeo dietético, tempo após o consumo de alimentos, saúde, idade do animal e equilíbrio hormonal. Em animais lactantes, a glândula mamária é altamente ativa em síntese de triglicerídeos (Fator 5) e secreção do leite (Fator 1). Os ácidos graxos presentes nos triglicerídeos secretados originam-se de três formas: 1) triacilgliceróis circulantes pela ação da lipase lipoproteica; 2) ácidos graxos não esterificados circulantes provenientes de tecido adiposo; e 3) síntese *de novo* de ácidos graxos na glândula mamária. As concentrações de colesterol (Fator 3) parecem estar sob controle hepático, enquanto as concentrações de triglicerídeos (Fator 5) podem variar, dependendo em grande parte do consumo e do tipo da dieta, mobilização ou estocagem em tecidos adiposos e síntese no fígado (BEITZ, 1996).

O Fator 3 mostra correlação biológica positiva entre CCS, CBT, níveis de colesterol e Ca sanguíneos, e correlação negativa com o nível de P sanguíneo (Figura 2). Como já relatado por Barrón-Bravo et al. (2013), vários fatores contribuem para o aumento na CCS do leite de cabra, como o rebanho, ano de parição, mês ou estação de parição, estágio de lactação, rotina da ordenha, número de lactação, aparecimento de estro e a raça. E essa alta concentração da CCS, poderia ser interpretada como uma resposta inflamatória aguda a uma futura infecção bacteriana. O estado de saúde do animal pode contribuir para a maior ocorrência de infecções e doenças metabólicas, já que no estágio de lactação o organismo animal é mais exigido para a manutenção da homeostase e produção de leite. A análise dos metabólitos do perfil lipídico pode ser utilizada no diagnóstico de doenças metabólico-nutricionais em ruminantes. No presente estudo, as concentrações médias verificadas para estes metabólitos não foram alteradas pelas dietas, com exceção do colesterol total que manteve seus níveis abaixo dos valores de referência (KANEKO et al., 2008). Resultado que corrobora com Santos et al. (2007) de que, em herbívoros, a concentração de colesterol é normalmente mais baixa. Os níveis séricos de cálcio (Ca) e fósforo (P) mantiveram-se dentro dos níveis considerados normais por Kaneko et al. (2008) e González (2000). Entretanto, ocorreu redução dos níveis de P à medida que se substituiu o milho pelo farelo de manga integral, o que provavelmente esteve relacionado a um desbalanço entre Ca e P da dieta.

O Fator 4 demonstra associação entre os níveis de glicose sanguínea e lactose no leite, e os sinais opostos dos coeficientes gerados indicam que o nível de glicose interfere na síntese de lactose (Figura 2). Durante a lactação, a glândula mamária dos ruminantes apresenta uma grande necessidade de glicose (WATTIAUX; ARMENTANO, 1994), que é essencial para a síntese do leite e da lactose na glândula mamária, não podendo ser substituída por qualquer outro carboidrato (HURLEY, 2009). No entanto, os ruminantes apresentam quantidades insignificantes de glicose no intestino delgado, pois a maioria dos açúcares solúveis é totalmente fermentada no rúmen. Devido às células intestinais terem alta demanda por glicose, a maior parte desta é metabolizada e absorvida no intestino, além daquela advinda do sangue arterial. Dessa forma, há a necessidade de biossíntese de glicose (gliconeogênese), que pode ocorrer a partir do propionato, lactato, glicerol ou aminoácidos glicogênicos (todos, exceto a leucina) (KOZLOSKI, 2009). A redução de glicose no organismo de animais lactantes pode limitar a produção máxima de leite. Portanto, em animais lactantes, a glândula mamária utiliza cerca de 60 a 85% da glicose total do organismo, havendo uma correlação de 93% entre produção de leite e captação de glicose pela glândula mamária (HURLEY, 2009).

Para que a fêmea leiteira sintetize proteína do leite a partir dos aminoácidos da dieta, deve haver o fornecimento de energia através da fermentação de carboidratos (WATTIAUX, 1994). Na Figura 2, observa-se que existe correlação positiva biológica entre ureia sanguínea e ureia no leite, e correlação negativa com os níveis de triglicerídeos sanguíneos (Fator 5). Wittwer (2000) relatou que a ureia sanguínea, por apresentar baixo peso molecular, atravessa o epitélio alveolar da glândula mamária difundindo-se no leite. Dessa forma, existe uma alta correlação entre as concentrações de ureia no sangue e no leite de animais ruminantes, podendo-se utilizar a sua determinação no leite de forma simples para estimar o balanço de energia e proteína da dieta. De acordo com Contreras (2000), a alimentação influencia diretamente na concentração sanguínea dos indicadores proteicos do perfil metabólico. Dessa forma, a concentração de ureia sanguínea está relacionada diretamente relacionada com o aporte proteico da ração, bem como da relação energia:proteína (WITTWER, 2000). Quando nas dietas ocorre redução na energia, uma ação inversa ocorre na concentração de



amônia ruminal, devido à redução na síntese proteica microbiana, com consequente elevação na concentração de ureia no sangue (WITTWER, 2000).

A detecção do nível de albumina no sangue é importante (Fator 6), já que ela é considerada um indicador mais sensível do que as proteínas totais (Fator 8) para avaliar o status nutricional proteico (GONZÁLEZ, 2000). Os resultados das análises séricas deste estudo não revelaram efeitos da substituição do milho pelo farelo de manga integral sobre as concentrações de albumina e proteínas totais, mas os valores médios observados de 4,69 e 9,32 g/dL, respectivamente, estiveram ligeiramente acima daqueles considerados referência por Kaneko et al. (2008) e Jackson e Cockcroft (2002). De acordo com Contreras et al. (2000), os indicadores proteicos são modificados por desbalanços nutricionais e fatores relacionados ao manejo, saúde e estado fisiológico.

A creatinina é um metabólito utilizado na avaliação da filtração glomerular, sendo um indicativo de função renal. De acordo com Morais et al. (2000), sua concentração sanguínea eleva-se quando ocorre comprometimento renal de 60 a 75% dos néfrons de ambos os rins. No presente estudo, as concentrações sanguíneas de creatinina das cabras leiteiras mantiveram-se inferiores com relação aos valores referência (KANEKO et al., 2008). A creatinina plasmática (Fator 7; Figura 2), assim como a ureia, são utilizadas para investigações de doenças renais (KERR, 2003). De acordo com Kaneko et al. (1997), a quantidade de creatinina formada é relativamente constante para um determinado indivíduo, sendo pouco afetada pela alimentação, com relação ao consumo de proteína. Dessa forma, a creatinina é utilizada como referência para corrigir mudanças nas variações de ureia sanguínea.

### ***3.5. Avaliação Econômica das Dietas Experimentais***

Ao se trabalhar com animais em confinamento, há normalmente elevação nos custos de produção, principalmente relacionados à alimentação. Dessa forma, devem-se buscar ingredientes alternativos aos grãos convencionalmente empregados na alimentação animal, com o objetivo de reduzir o custo do sistema de produção e tornar-se menos dependente nos períodos de escassez forrageira.

A avaliação econômica deste estudo baseou-se nos custos das dietas experimentais e no retorno econômico (relação benefício/custo) da produção de leite

com a substituição do milho pelo farelo de manga integral. O custo total da alimentação (Tabela 11) reduziu à medida que farelo de manga integral substituiu o milho, com menor valor observado para a dieta com 100% de substituição (R\$1,17 vs. R\$1,53), sendo 23,5% mais econômica do que a dieta controle.

**Tabela 11** – Custo com alimentação, receita proveniente do leite produzido e relação benefício/custo em função da substituição do milho pelo farelo de manga integral

Item	Substituição do milho pelo farelo de manga integral (%)			
	0	33,3	66,6	100
	Custo			
Alimentação (R\$/kg) <sup>1</sup>	1,53	1,42	1,26	1,17
	Receita			
Preço do leite (R\$/kg) <sup>2</sup>	1,50	1,50	1,50	1,50
Produção de leite (kg/dia)	2,04	2,03	1,90	1,97
Renda Bruta (R\$/dia)	3,06	3,05	2,85	2,96
Renda Líquida (R\$/dia)	1,53	1,63	1,59	1,79
Benefício/Custo	2,00	2,14	2,26	2,52

<sup>1</sup> Custos dos ingredientes (R\$/kg MS): farelo de manga integral - 0,33; milho grão - 0,80; farelo de soja - 0,95; ureia - 1,80; fosfato bicálcio - 1,35; premix vit./mineral - 1,50; feno de Tifton - 0,59; <sup>2</sup> Valor do litro do leite na região do estudo: R\$1,50.

Ao se comparar a renda bruta obtida com as dietas, observou-se redução à medida que se substituiu o milho pelo farelo de manga integral, com pouca diferença entre as dietas com 0% (R\$3,06) e 33,3% (R\$3,05) de substituição. Essa redução deve-se ao fato de que a renda bruta leva em consideração somente o ganho com o leite produzido. Entretanto, observou-se comportamento inverso com relação à renda líquida, em que as dietas com maior participação do farelo de manga integral foram mais rentáveis, o que pode ser atribuído ao menor custo com a alimentação. A redução nos custos das dietas proporcionou um incremento de 17% à renda líquida na dieta com 100% de substituição, quando comparada a dieta controle.

A substituição de 33, 66 e 100% do milho pelo farelo de manga integral resultou em melhores relações benefício/custo comparadas à dieta controle, indicando maior retorno econômico. Dessa forma, para cada R\$1,00 investido na dieta com substituição de 100% do milho, obtiveram-se R\$2,52 de retorno.

#### **4. Conclusões**

A substituição do milho pelo farelo de manga integral oriundo do descarte das frutas não compromete a produção de leite corrigida para gordura e sólidos totais, bem como a receita da fazenda. Além disso, incrementa os teores de gordura do leite, sem alterar o perfil dos principais ácidos graxos.

Ao se utilizar a análise exploratória dos dados foi possível reduzir a dimensionalidade do conjunto de informações, em que as associações encontradas entre as variáveis condizem com as interações biológicas que ocorrem no metabolismo animal, sugerindo que as dietas testadas não provocaram efeitos negativos sobre o desempenho leiteiro, com a substituição do milho em até 100% pelo farelo de manga integral. Portanto, a tomada de decisão quanto à utilização do farelo de manga depende de fatores relacionados à disponibilidade do produto e o custo de aquisição na região.

### Referências Bibliográficas

ARBOS, K.A.; STEVANI, P.C.; CASTANHA, R.F. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 60, n.2, p. 161-165, 2013.

ARCURI, P.B.; LOPES, F.C.F; CARNEIRO, J.C. Microbiologia do rúmen. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011. p.239-263.

BARRÓN-BRAVO, O.G.; GUTIÉRREZ-CHÁVEZ, A.J.; ÁNGEL-SAHAGÚN, C.A.; MONTALDO, H.H.; SHEPARD, L.; VALENCIA-POSADAS, M. Losses in milk yield, fat and protein contents according to different levels of somatic cell count in dairy goats. **Small Ruminant Research**, v.113, p.421–431, 2013.

BEITZ, D.C. Metabolismo dos carboidratos. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p.388-411.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa n. 37, de 31 de outubro de 2000. **Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite de Cabra**. Brasília, 2000.

CABIDDU, A.; MOLLE, G.; DECANDIA, M.; SPADA, S.; FIORI, M.; PIREDDA, G.; ADDIS, M. Responses to condensed tannins of flowering sulla (*Hedysarum coronarium* L.) grazed by dairy sheep. Part 2: Effects on milk fatty acid profile. **Livestock Science**, v.123, p.230–240, 2009.

CAO, Y.C.; GAO, Y.; XU, M.; LIU, N.N.; ZHAO, X.H.; LIU, C.J.; LIU, Y.; YAO, J.H. Effect of ADL to aNDF ratio and ryegrass particle length on chewing, ruminal fermentation, and in situ degradability in goats. **Animal Feed Science and Technology**, v.186, p.112-119, 2013.

CHILLIARD, Y.; ROUELA, J.; P. GUILLOUET. Goat alpha-s1 casein genotype interacts with the effect of extruded linseed feeding on milk fat yield, fatty acid composition and post-milking lipolysis. **Animal Feed Science and Technology**, v.185, p.140– 149, 2013.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J.; LAMBERET, G. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1751-1770, 2003.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; DOREAU, M. Effect of diferente types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. **Livestock Production Science**, v.70, p.31-48. 2001.

CHOUDHURY, M.M. **Perdas de frutas e hortaliças na pós-colheita**. Informe CPATSA, Petrolina, PE. v. 2, n. 20, p. 2, mar. 1995.

CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo proteico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds.). **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.

CONTRERAS, P.; WITWER, R.; BÖHMWALD, H. Indicadores do metabolismo proteico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds.). **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.

COULON, J.B.; PRIOLO, A. La qualité sensorielle des produits laitiers et de la viande dépend des fourrages consommés par les animaux. **INRA Productions Animales**, v.15, n.5, p.333-342, 2002.

COSTA, R.G.; MESQUITA, Í.V.U.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MEDEIROS, A.N.; CARVALHO, F.F.R.; BELTRÃO FILHO, E.M. Características químicas e sensoriais do leite de cabras Moxotó alimentadas com silagem de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.694-702, 2008.

COSTA, R.G.; BELTRÃO FILHO, E.M.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MADRUGA, M.S.; MEDEIROS, A.N.; OLIVEIRA, C.J.B.de. Chemical composition of milk from goats fed with cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in substitution to corn meal. **Small Ruminant Research**, v.94, p.214–217, 2010.

DEBOEVER, J.L. Chewing activity of ruminants as a measure of physical structure – A review of factors affecting it. **Animal Feed Science and Technology**, v.27, p.281, p.1990.

DESNOYERS, M.; GIGER-REVERDIN, S.; SAUVANT, D.; DUVAUX-PONTER, C. The use of a multivariate analysis to study between-goat variability in feeding behavior and associated rumen pH patterns. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.842–852, 2011.

DETMANN, E., SOUZA, M.A.DE, VALADARES FILHO, S.C., QUEIROZ, A.C.DE, BERCHIELLI, T.T., SALIBA, E.O.S., CABRAL, L.S., PINA, D.S., LADEIRA, M.M., AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para Análise de Alimentos**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. (Suprema, Visconde do Rio Branco). 2012.

DUBEUF, J.P.; MORAND-FEHR, P.; RUBINO, R. Situation, changes and future of goat industry around the world. **Small Ruminant Research**, v.51, n.1, p.165-173, 2004. Ecological Applications. E. Arnold, London, UK, 198 pp.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Status of and Prospects for Smallholder Milk Production – A Global Perspective**, by T. Hemme and J. Otte. Rome, 2010.

FERNANDES, M.F. QUEIROGA, R.C.R.E.; MEDEIROS, A.N.; COSTA, R.G.; BOMFIM, M.A.D.; BRAGA, A.A. Características físico-químicas e perfil lipídico do leite de cabras mestiças Moxotó alimentadas com dietas suplementadas com óleo de semente de algodão ou de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.703-710, 2008.

GAINES, W.L. **The energy basis of measuring milk yield in dairy cows**. Illinois Agric. Exp. Stn., Urbana, 1928, pp 308.

GONZÁLEZ, F.H.D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds.). **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.

GONZÁLEZ, F.H.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 198p.

GOUDJIL, H.; FONTECHA, J.; LUNA, P.; DE LA FUENTE, M.A.; ALONSO, L.; JUÁREZ, M. Quantitative characterization of unsaturated and trans fatty acids in ewe's milk fat. **Lait**, v.84, p.473-482, 2004.

GOULART, R.M.M. Desperdício de alimentos: Um problema de saúde pública. **Integração**, n.54, p.285-288, 2008.

GRANT, R.J. Interactions among forages and nonforage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1438-1446, 1997.

GUYOMARD, H.; MANCERON, S.; PEYRAUD, J-L. Trade in feed grains, animals and animal products: current trends, future prospects and main issues. **Animal Frontiers**, v.3, n.1, p.14-18, 2013.

HAENLEIN, G.F.W. About the evolution of goat and sheep milk production. **Small Ruminant Research**, v.68, p.3-6, 2007.

\_\_\_\_\_. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, v.51, p.155-163, 2004.

\_\_\_\_\_. Nutritional value of dairy products of ewes and goats milk. **International Journal of Animal Science**, v.11, p.395-411, 1996.

\_\_\_\_\_. Past, present, and future perspectives of small ruminant dairy research. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2097-2115, 2001.

HAGERMAN, A.E.; BUTLER, L.G. Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.26, p.809-812, 1978.

HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**, (Bull. Tech. University of Florida). 2000.

HARTMAN, L. A evolução de idéias sobre a função dos óleos e gorduras na alimentação humana. **Boletim SBCTA**, v.27, p.55-58, 1993.

HOFMANN, R.R. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. **Oecologia**, v.78, p.443-457, 1989.

HURLEY, W.L. [2009]. **Milk composition and synthesis**. Disponível em: <<http://classes.ansci.illinois.edu/ansc438/Milkcompsynth/milkcompsynthresources.html>>. Acesso em: 17/12/2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2011]. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Agricultura**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=11&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1>>. Acesso em: 23/10/2013.

ISO. **Animal and Vegetable Fats and Oils - Preparation of Methyl Esters of Fatty Acids (method ISO 5509)**. International Organization for Standardization, Geneva, pp. 1–6, 1978.

JACKSON, P.G.G.; COCKCROFT, P.D. **Clinical Examination of Farm Animals**. 1ed. Blackwell Science Ltd, 2002.

JEFFERS J.N.R. **An introduction to system analysis:with ecological applications**. E. Arnold, London, UK, 1978. 198pp.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W. BRUSS, M. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6.ed. New York: Academic, 2008. 896p.

\_\_\_\_\_. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. Academic Press: California, USA, 1997.

KAWAS, J.R.; LOPES, J.; DANELON, D.L.; LU, C.D. Influence of forage to concentrate ratios on intake, digestibility, chewing, and milk production of dairy goats. **Small Ruminant Research**, v.4, p.11-18, 1991.

KAWAS, J.R.; SCHACHT, W.H.; SHELTON, J.M.; OLIVARES, E.; LU, C.D. Effects of grain supplementation on the intake and digestibility of range diets consumed by goats. **Small Ruminant Research**, v.34, 49–56, 1999.

KERR, M. G. Substâncias nitrogenadas. In: **Exames laboratoriais em medicina veterinária: bioquímica clínica e hematologia. 2.ed.** São Paulo: Roca.2003.

KIM J.O.; MUELLER C.W. **Factor analysis. statistical methods and practical issues. Quantitative applications in the social sciences.** Sage University, NY, USA. 1978. 8pp.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes.** 2.ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2009. 216p.

LEITNER, G.; MERIN, U.; SILANIKOVE, N. Effects of glandular bacterial infection and stage of lactation on milk clotting parameters: comparison among cows, goats and sheep. **International Dairy Journal**, v.21, p.279–285, 2011.

LU, C.D.; KAWAS, J.R.; MAHGOUB, O.G. Fibre digestion and utilization in goats. **Small Ruminant Research**, v.60, p.45–52, 2005.

MAKKAR, H.P.S.; BEEVER, D. 2013. **Optimization of feed use efficiency in ruminant production systems.** Proceedings of the FAO Symposium, 27 November 2012, Bangkok, Thailand. FAO Animal Production and Health Proceedings, No. 16. Rome, FAO and Asian-Australasian Association of Animal Production Societies.

MCSWEENEY, C.S.; PALMER, B.; BUNCH, R.; KRAUSE, D.O. Effect of the tropical forage calliandra on microbial protein synthesis and ecology in the rumen. **Journal of Applied Microbiology**, v.90, p.78–88, 2001.

MERTENS, D.R. **Factors influencing feed intake in lactating cows: From theory to application using neutral detergent fiber.** Georgia Nutr. Conf., p.1, 1985.

MESQUITA, Í.V.U.; COSTA, R.G.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MEDEIROS, A.N.; PEREIRA, A.R.S. Profile of milk fatty acids from Moxotó goats fed with different levels of manicoba (*Manihot Glaziovii* Muel Arg.) silage. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51, p.1163-1169, 2008.

MIN, B.R.; HART, S.P.; MILLER, D.; TOMITA, G.M.; LOETZ, E.; SAHLU, T. The effect of grazing forage containing condensed tannins on gastro-intestinal parasite infection and milk composition in Angora does. **Veterinary Parasitology**, v.130, p.105-113, 2005.

MORAIS, M. G.; RANGEL, J. M.; MADUREIRA, J. S.; SILVEIRA, A. C. Variação sazonal da bioquímica clínica de vacas aneladas sob pastejo contínuo de *Brachiaria decumbens*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.2, p.98-104, 2000.

MORAND-FEHR, P.; FEDELE, V.; DECANDIA, M.; LE FRILEUX, Y. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v.68, p.20–34, 2007.



MUENDO, P.N.; MILSTEIN, A.; DAM, A.; GAMAL, EL-N.; STOORVOGEL, J.J.; VERDEGEM, M.C.J. Exploring the trophic structure in organically fertilized and feed-driven tilapia culture environments using multivariate analyses. **Aquaculture Research**, 37, 151-163, 2006.

MUNDIM, A.V.; COSTA, A.S.; MUNDIM, S.A.P.; GUIMARÃES, E.C.; ESPINDOLA, F.S. Influência da ordem e estádios da lactação no perfil bioquímico sanguíneo de cabras da raça Saanen. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.2, p.306-312, 2007.

MURPHY, J.J.; CONNOLLY, J.F.; MCNEILL, G.P. Effects on cow performance and milk fat composition of feeding full fat soybeans and rapeseeds to dairy cows at pasture. **Livestock Production Science**, v.44, p.13-25, 1995.

MURPHY, M.R.; BALDWIN, R.L.; ULYATT, M.J.; KOONG, L.J. A quantitative analysis of rumination patterns. **Journal of Animal Science**, v.56, p.1236-1240, 1983.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, D.C.: National Academy of Science, 2007. 384p.

\_\_\_\_\_. **Nutrient requirements of the dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2001. 363p.

ORMAN, A.; GÜNAY, A.; BALCI, F.; KOYUNCU, M. Monitoring of somatic cell count variations during lactation in primiparous and multiparous Turkish Saanen goats (*Capra hircus*). **Turkish Journal of Veterinary of Animal Science**, v.35, p.169-175, 2011.

PARK, Y.W.; JUAREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G.F.W. Physicochemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, 68, 88-113, 2007.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013.

RAYNAL-LJUTOVAC, K.; LAGRIFFOUL, G.; PACCARD, P.; GUILLET, I.; CHILLIARD, Y. Composition of goat and sheep milk products: An update. **Small Ruminant Research**, v.79, p.57-72, 2008.

RESENDE, K.T.; SILVA, H.G.O.; LIMA, L.D.; TEIXEIRA, I.A.M.A. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.161-177, 2008. (Supl.)

RIBEIRO, L.R.; DAMASCENO, J.C.; CECATO, U.; JOBIM, C.C.; SANTOS, G.T.; MACEDO, F.A.F.; MACEDO, L.G.P. Produção, composição do leite e constituintes sanguíneos de cabras alimentadas com diferentes volumosos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.1523-1530, 2008.

RUKIMINI, C.; VIJAYARAGHAVAN, M. Nutritional and toxicological evaluation of mango kernel oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.61, n.4, p.789-792, 1984.

SANTOS, C.A.J.; RIET-CORREA, F.; DANTAS, A.F.M.; BARROS, S.S.; MOLYNEUX, R. J.; MEDEIROS, R.M.T.; SILVA, D.M.; OLIVEIRA, O.F. Toxic hepatopathy in sheep associated with the ingestion of the legume *Tephrosia cinerea*. **Journal of Veterinary Diagnosis Investigation**, v.19, p.690-694, 2007.

SANTOS, R.D.; NEVES, A.L.A.; PEREIRA, L.G.R.; ARAÚJO, G.G.L.; COSTA, C.T.F.; OLIVEIRA, G.F. **Utilização do farelo de manga na alimentação de ruminantes**. EMBRAPA Semi-Árido, Circular Técnica (INFOTECA-E), 2013. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/960406>>. Acesso em: 19 de agosto de 2013.

SANZ SAMPELAYO, M.R.; PÉREZ, L.; MARTÍN ALONSO, J.J.; AMIGO, L.; BOZA, J. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance of lactating Granadina goats. Part II. Milk production and composition. **Small Ruminant Research**, v.43, p.141-148, 2002.

SEAL, H.L. **Multivariate statistical analysis for biologists**. Mathuen, London, UK, 1964. 209pp.

SEAL, C. J.; REYNOLDS, C. K. . Nutritional implications of gastrointestinal and liver metabolism in ruminants. **Nutrition Research Reviews**, v.6, p.185–208, 1993.

SIERRA, D.; SÁNCHEZ, A.; CORRALES, J.C. Differential cell counts in goats milk. In: *Milking and Milking Production of dairy Sheep and Goats*, 1998. Athens. **Proceedings...** 6th International Symposium on the Milking of Small Ruminants. Wageningen Pers. Wageningen, 1999. p.178-180.

SILANIKOVE, N.; LEITNER, G.; MERIN, U.; PROSSER, C.G. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. **Small Ruminant Research**, v.89, p.110-124, 2010.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992. the Social Sciences, Vol.14.8pp. Sage University, NY, USA.

STUHR, T.; AULRICH, K. Intramammary infections in dairy goats: recente knowledge and indicators for detection of subclinical mastitis. **Agricultural and Forestry Research**, v.4, p.267–280, 2010.

TORAL, P.G.; HERVÁS, G.; BICHI, E.; BELENGUER, A.; FRUTOS, P. Tannins as feed additives to modulate ruminal biohydrogenation: Effects on animal performance, milk fatty acid composition and ruminal fermentation in dairy ewes fed a diet

containing sunflower oil. **Animal Feed Science and Technology**, v.164, p.199-206, 2011.

TRONCO, V.M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 4.ed. Santa Maria: UFSM, 2010. 195p.

TURNER, S.A.; WAGHORN, G.C.; WOODHARD, S.L.; THOMSON, N.A. Condensed tannins in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) affect the detailed composition of milk from dairy cows. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v.65, p.283–289, 2005.

TYRREL, H.F.; REID, J.T. Prediction of energy value of cows milk. **Journal of Dairy Science**, v.48, n.9, p.1215-1223, 1965.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. [2013] **New effort launched to measure and monitor global food loss and waste**. UNEP News Centre. Disponível em: <http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentID=2752&ArticleID=9656&language=en>. Acesso em: 08/11/2013.

VALOR ECONÔMICO. [2013] **Commodities agrícolas**. Disponível em: [www.valor.com.br/valor-data/commodities/agricolas](http://www.valor.com.br/valor-data/commodities/agricolas). Acesso em: 07/11/2013.

VAN SOEST, P.J. Limiting factors in plant residues of low biodegradability. **Agriculture and Environment**, v.6, p.135, 1981.

VASTA, V.; MAKKAR, H.P.S.; MELE, M.; PRIOLO, A. Ruminant biohydrogenation as affected by tannins in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.102, p.82–92, 2009.

VIEIRA, P.A.F.; QUEIROZ, J.H.; VIEIRA, B.C.; MENDES, F.Q.; BARBOSA, A.A.; MULLER, E.S.; SANT'ANA, R.C.O.; MORAES, G.H.K. C.) var. Ubá. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v.20, p.617-623, 2009.

WADHWA, M.; BAKSHI, M.P.S. [2013] **Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products**. RAP Publication. Disponível em: [www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications). Acesso em: 01/11/2013.

WATTIAUX, M.A. [1994]. **Protein metabolism in dairy cows**. Disponível em: <http://babcock.wisc.edu/node/142>. Acesso em: 08/11/11.

WATTIAUX, M.A.; ARMENTANO, L.E. [1994]. **Carbohydrate metabolism in dairy cows**. Disponível em: <http://babcock.wisc.edu/node/134>. Acesso em: 08/11/11.

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

WITTWER, R. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds.). **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.

WOLFE, M. R., T. H. TERRILL, AND J. P. MUIR. Drying method and origin of standard affect condensed tannin (CT) concentrations in perennial herbaceous legumes using simplified butanol-HCl CT analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.88, p.1060-1067, 2008.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desperdício de alimentos, representado pelo aumento anual de milhões de toneladas de resíduos, provoca impactos de ordem ambiental, econômica e social. Devido ao desconhecimento sobre a melhor forma de utilização destes resíduos, perdem-se recursos que poderiam ser utilizados na alimentação animal e produção de alimentos de alto valor nutritivo para o homem.

O uso dos descartes da fruticultura representa uma alternativa à utilização de grãos convencionalmente utilizados na alimentação animal, nos períodos de escassez forrageira. No cenário nacional, a região Nordeste destaca-se como um dos maiores produtores de manga, que vinculado à alta produtividade, manejo inadequado durante a produção e pós-colheita, gera elevada quantidade de resíduos ainda aptos ao consumo.

A manga descartada pode ser utilizada na alimentação animal na forma *in natura*, desidratada ou ensilada, mas como qualquer resíduo ou subproduto alimentar, seu valor nutricional é variável, sendo necessário estudá-la na nutrição animal. Quando considerados os resultados obtidos neste estudo, verifica-se que o farelo produzido pela manga integral pode ser utilizado na alimentação de cabras leiteiras em substituição ao milho. Sendo a tomada de decisão quanto à utilização dependente de fatores relacionados à disponibilidade do produto e o custo de aquisição na região. A utilização deste recurso alternativo-energético pode tornar-se economicamente viável em regiões onde a produção da fruta seja proeminente, reduzindo-se os custos com a aquisição de concentrados energéticos comerciais e a emissão de resíduos no ambiente.

**APÊNDICE A**

---

**PLANILHAS REFERENTES ÀS TABELAS DO CAPÍTULO 2**

**Tabela 1A** – Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes ao consumo de nutrientes (C) em cabras leiteiras Saanen

Trat.	QL	Período	Animal	CMS g/dia	CMS %PV	CMS g/kg <sup>0,75</sup>	CMO g/dia	CPB g/dia	CEE g/dia	CFDN g/dia	CFDN %PV	CFDN g/kg <sup>0,75</sup>	CCNF g/dia	CNDT Kg/dia	Água Kg/dia
1	1	1	1	2451,62	4,77	127,71	2267,52	363,00	57,01	1190,34	2,32	62,01	775,00	1,57	5,87
1	2	1	1	1839,05	4,67	116,94	1703,98	277,00	42,13	865,40	2,20	55,03	613,00	1,20	3,41
1	1	2	2	1867,87	3,51	94,82	1728,09	276,00	44,35	919,31	1,73	46,67	580,00	1,20	4,49
1	2	2	2	2428,50	4,58	123,63	2247,01	351,00	56,09	1185,86	2,24	60,37	769,00	1,54	6,69
1	1	3	3	1847,61	3,74	99,16	1709,14	273,00	43,78	895,58	1,81	48,06	586,00	1,19	5,63
1	2	3	3	1715,20	3,27	87,94	1589,31	247,00	39,12	864,34	1,65	44,32	520,00	1,09	4,81
1	1	4	4	1533,41	3,14	82,92	1417,48	224,00	35,38	749,44	1,53	40,53	480,00	0,96	5,94
1	2	4	4	1657,43	4,00	101,55	1535,42	247,00	38,61	801,49	1,94	49,11	529,00	1,05	5,79
2	1	1	2	1857,12	3,59	96,18	1713,55	275,00	43,63	926,44	1,79	47,98	565,00	1,15	4,17
2	2	1	2	2397,37	4,73	126,18	2214,28	349,00	54,54	1200,53	2,37	63,19	734,00	1,52	6,18
2	1	2	3	2007,50	4,08	108,06	1852,93	294,00	48,57	989,62	2,01	53,27	627,00	1,27	6,18
2	2	2	3	1849,50	3,60	96,35	1714,75	266,00	41,78	964,79	1,88	50,26	536,00	1,16	5,14
2	1	3	4	1687,81	3,57	93,58	1557,69	250,00	39,45	840,74	1,78	46,61	515,00	1,06	4,66
2	2	3	4	1732,68	4,34	109,14	1606,29	252,00	39,51	908,06	2,28	57,20	498,00	1,06	4,61
2	1	4	1	2218,65	3,98	108,82	2047,25	331,00	52,58	1093,66	1,96	53,64	687,00	1,39	5,89
2	2	4	1	1567,16	3,50	90,50	1446,96	231,00	35,86	773,21	1,73	44,65	489,00	0,97	5,10
3	1	1	3	1972,45	4,31	112,04	1816,07	289,00	44,83	1015,82	2,22	57,70	575,00	1,23	4,45
3	2	1	3	1653,97	3,48	91,41	1532,10	241,00	37,62	884,73	1,86	48,90	463,00	1,02	3,62
3	1	2	4	1832,95	3,99	103,94	1687,18	269,00	43,11	940,90	2,05	53,36	536,00	1,11	4,02
3	2	2	4	1957,06	4,94	123,97	1813,64	280,00	43,92	1047,36	2,64	66,35	553,00	1,18	4,61
3	1	3	1	2112,60	3,93	106,50	1945,91	316,00	49,77	1076,13	2,00	54,25	623,00	1,28	6,71
3	2	3	1	1492,03	3,42	87,93	1374,19	222,00	35,81	757,70	1,74	44,66	443,00	0,91	2,93
3	1	4	2	1420,20	2,67	72,10	1307,67	213,00	33,49	723,80	1,36	36,74	417,00	0,87	5,66
3	2	4	2	2310,72	4,11	112,58	2129,15	338,00	52,14	1188,09	2,11	57,88	677,00	1,43	7,20
4	1	1	4	1730,07	3,80	98,75	1589,73	258,00	40,19	904,70	1,99	51,64	493,00	1,04	3,51
4	2	1	4	1762,98	4,71	116,57	1623,56	259,00	40,13	940,93	2,52	62,22	488,00	1,06	3,28
4	1	2	1	2447,88	4,51	122,37	2249,23	366,00	57,50	1283,65	2,36	64,17	690,00	1,47	6,31
4	2	2	1	1659,71	3,98	101,14	1524,95	247,00	40,40	852,31	2,04	51,94	491,00	0,99	3,97
4	1	3	2	1554,85	2,91	78,71	1430,42	231,00	36,58	822,46	1,54	41,64	432,00	0,93	5,49
4	2	3	2	2357,43	4,21	115,16	2168,03	344,00	53,11	1249,81	2,23	61,05	658,00	1,41	6,23
4	1	4	3	1641,73	3,11	83,82	1509,16	241,00	37,92	863,40	1,64	44,08	463,00	0,98	6,41
4	2	4	3	1814,85	3,47	93,32	1670,12	267,00	41,45	958,68	1,83	49,29	513,00	1,10	5,12

**Tabela 2A** - Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes ao coeficiente de digestibilidade aparente de nutrientes (CD%) e o teor de NDT das dietas (%)

Trat.	QL	Período	Animal	CDMS	CDMO	CDPB	CDEE	CFDN	CDCNF	NDT
1	1	1	1	63,42	65,09	69,20	67,58	57,82	77,41	64,14
1	2	1	1	63,84	66,01	71,15	65,77	55,14	82,45	65,17
1	1	2	2	63,50	65,43	67,94	65,83	57,42	80,53	64,50
1	2	2	2	63,26	64,54	68,56	63,88	56,91	77,82	63,50
1	1	3	3	62,75	65,36	69,66	65,52	56,98	79,55	64,40
1	2	3	3	62,90	64,61	66,10	66,00	57,05	80,00	63,68
1	1	4	4	62,13	63,64	62,65	65,68	58,63	74,99	62,65
1	2	4	4	62,97	64,21	65,16	65,18	57,02	78,06	63,39
2	1	1	2	59,91	62,41	59,21	62,82	55,76	79,24	61,71
2	2	1	2	61,48	64,19	70,55	63,73	55,67	79,17	63,36
2	1	2	3	61,28	63,65	69,76	65,24	55,45	77,48	63,07
2	2	2	3	62,23	63,24	69,53	64,37	54,56	80,13	62,68
2	1	3	4	60,68	63,22	65,43	63,64	56,13	77,83	62,51
2	2	3	4	59,69	61,34	64,05	64,82	56,38	73,07	61,04
2	1	4	1	61,99	63,34	66,81	64,36	56,40	76,57	62,68
2	2	4	1	60,61	62,44	63,37	65,56	55,34	77,15	61,84
3	1	1	3	59,74	62,85	66,67	62,39	55,50	78,70	62,18
3	2	1	3	59,59	61,50	67,94	62,69	54,85	75,96	61,40
3	1	2	4	59,65	61,06	67,42	63,23	54,45	73,94	60,64
3	2	2	4	59,36	60,13	64,69	63,06	53,44	75,64	60,14
3	1	3	1	58,07	60,94	63,56	62,70	54,35	75,73	60,59
3	2	3	1	58,39	61,21	62,71	62,89	54,58	76,47	60,88
3	1	4	2	59,92	61,63	66,97	64,57	53,79	77,20	61,24
3	2	4	2	60,56	62,22	62,28	64,16	55,30	79,12	61,69
4	1	1	4	58,05	60,39	68,02	63,14	51,89	77,71	60,30
4	2	1	4	57,58	60,28	68,47	63,65	52,19	77,20	60,18
4	1	2	1	58,59	60,29	69,88	64,55	53,65	72,69	60,22
4	2	2	1	57,97	59,72	61,51	64,09	52,86	76,37	59,91
4	1	3	2	57,69	60,18	62,10	63,08	53,85	76,90	60,09
4	2	3	2	57,77	60,28	63,86	61,39	53,76	76,38	59,98
4	1	4	3	58,05	59,64	64,07	64,91	53,22	74,55	59,53
4	2	4	3	58,96	60,42	69,43	64,41	52,30	76,45	60,36



**Tabela 3A** - Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes ao tempo de alimentação (TAL), tempo de ruminação (TRU), tempo de ócio (TO), tempo de mastigação total (TMT), bolos ruminados diariamente e tempo de mastigação por bolo

Trat.	QL	Período	Animal	TAL (minutos/dia)	TRU (minutos/dia)	TO (minutos/dia)	TMT (minutos/dia)	Bolos (nº/dia)	TM/bolo (segundos/bolo)
1	1	1	1	380,00	545,00	515,00	925,00	651,14	50,22
1	2	1	1	295,00	500,00	645,00	795,00	517,87	57,93
1	1	2	2	380,00	430,00	630,00	810,00	538,34	47,93
1	2	2	2	225,00	485,00	730,00	710,00	464,52	62,65
1	1	3	3	350,00	305,00	785,00	655,00	359,07	50,97
1	2	3	3	300,00	450,00	690,00	750,00	472,77	57,11
1	1	4	4	245,00	485,00	710,00	730,00	376,19	77,36
1	2	4	4	330,00	545,00	565,00	875,00	554,28	59,00
2	1	1	2	170,00	360,00	910,00	530,00	457,63	47,20
2	2	1	2	370,00	480,00	590,00	850,00	315,43	91,31
2	1	2	3	230,00	485,00	725,00	715,00	675,33	43,09
2	2	2	3	300,00	505,00	635,00	805,00	493,12	61,45
2	1	3	4	300,00	430,00	710,00	730,00	417,85	61,75
2	2	3	4	335,00	505,00	600,00	840,00	540,11	56,10
2	1	4	1	365,00	570,00	505,00	935,00	748,60	45,69
2	2	4	1	325,00	545,00	570,00	870,00	532,53	61,41
3	1	1	3	225,00	345,00	870,00	570,00	480,06	43,12
3	2	1	3	300,00	450,00	690,00	750,00	455,43	59,29
3	1	2	4	265,00	510,00	665,00	775,00	391,40	78,18
3	2	2	4	365,00	510,00	565,00	875,00	420,88	72,71
3	1	3	1	295,00	540,00	605,00	835,00	760,30	42,62
3	2	3	1	285,00	520,00	635,00	805,00	503,51	61,97
3	1	4	2	290,00	445,00	705,00	735,00	598,92	44,58
3	2	4	2	275,00	645,00	520,00	920,00	665,41	58,16
4	1	1	4	340,00	545,00	555,00	885,00	589,45	55,48
4	2	1	4	385,00	550,00	505,00	935,00	531,96	62,04
4	1	2	1	365,00	645,00	430,00	1010,00	769,23	50,31
4	2	2	1	235,00	590,00	615,00	825,00	479,74	73,79
4	1	3	2	255,00	535,00	650,00	790,00	713,57	44,99
4	2	3	2	230,00	610,00	600,00	840,00	611,99	59,81
4	1	4	3	200,00	420,00	820,00	620,00	662,20	38,06
4	2	4	3	375,00	535,00	530,00	910,00	441,27	72,75

**Tabela 4A** - Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes à eficiência de alimentação (EAL), eficiência de ruminação (ERU), mastigações meréricas (MM), períodos de refeição, ruminação e ócio

Trat.	QL	Período	Animal	EAL (g MS/h)	EAL (gFDN/h)	ERU (g MS/h)	ERU (gFDN/h)	MM (h/dia)	MM (nº/bolo)	MM (nº/dia)	Refeição (nº/dia)	Ruminação (nº/dia)	Ócio (nº/dia)
1	1	1	1	387,10	187,95	269,90	131,05	12,97	33,67	21921,79	13,00	18,00	21,00
1	2	1	1	374,04	176,01	220,69	103,85	8,94	40,89	21176,47	10,00	20,00	23,00
1	1	2	2	294,93	145,15	260,63	128,28	11,23	36,40	19594,94	11,00	18,00	23,00
1	2	2	2	647,60	316,23	300,43	146,70	7,42	44,22	20541,18	12,00	18,00	23,00
1	1	3	3	316,73	153,53	363,47	176,18	7,05	38,22	13725,00	13,00	15,00	22,00
1	2	3	3	343,04	172,87	228,69	115,25	8,28	51,92	24545,45	11,00	16,00	22,00
1	1	4	4	375,53	183,54	189,70	92,71	4,86	67,27	25304,35	9,00	17,00	21,00
1	2	4	4	301,35	145,73	182,47	88,24	9,40	35,94	19918,78	11,00	16,00	21,00
2	1	1	2	655,45	326,98	309,52	154,41	9,70	38,27	17513,51	5,00	16,00	24,00
2	2	1	2	388,76	194,68	299,67	150,07	3,45	60,87	19200,00	20,00	18,00	23,00
2	1	2	3	523,70	258,16	248,35	122,43	15,67	27,36	18476,19	11,00	20,00	23,00
2	2	2	3	369,90	192,96	219,74	114,63	8,03	50,16	24734,69	10,00	19,00	20,00
2	1	3	4	337,56	168,15	235,51	117,31	6,77	48,43	20235,29	14,00	15,00	21,00
2	2	3	4	310,33	162,64	205,86	107,89	9,63	34,00	18363,64	10,00	17,00	21,00
2	1	4	1	364,71	179,78	233,54	115,12	16,39	31,87	23860,47	10,00	18,00	17,00
2	2	4	1	289,32	142,75	172,53	85,12	8,67	44,12	23497,01	9,00	18,00	21,00
3	1	1	3	525,99	270,89	343,04	176,66	11,13	30,44	14611,76	8,00	16,00	24,00
3	2	1	3	330,79	176,95	220,53	117,96	7,68	54,31	24732,82	9,00	15,00	24,00
3	1	2	4	415,01	213,03	215,64	110,69	5,01	64,70	25324,14	10,00	16,00	23,00
3	2	2	4	321,71	172,17	230,24	123,22	5,79	43,62	18360,00	14,00	17,00	21,00
3	1	3	1	429,68	218,87	234,73	119,57	17,84	28,57	21720,67	9,00	17,00	23,00
3	2	3	1	314,11	159,52	172,16	87,43	8,13	43,74	22023,53	9,00	20,00	22,00
3	1	4	2	293,83	149,75	191,49	97,59	13,43	32,23	19301,20	11,00	18,00	22,00
3	2	4	2	504,16	259,22	214,95	110,52	11,44	40,11	26689,66	9,00	18,00	23,00
4	1	1	4	305,31	159,65	190,47	99,60	10,63	31,11	18336,45	11,00	18,00	24,00
4	2	1	4	274,75	146,64	192,33	102,65	8,58	44,31	23571,43	17,00	16,00	22,00
4	1	2	1	402,39	211,01	227,71	119,41	15,29	30,34	23336,68	12,00	18,00	21,00
4	2	2	1	423,75	217,61	168,78	86,68	6,50	49,75	23865,17	8,00	19,00	22,00
4	1	3	2	365,85	193,52	174,38	92,24	15,86	33,95	24226,42	9,00	20,00	22,00
4	2	3	2	614,98	326,04	231,88	122,93	10,23	37,38	22875,00	12,00	19,00	23,00
4	1	4	3	492,52	259,02	234,53	123,34	17,40	25,95	17181,82	6,00	18,00	24,00
4	2	4	3	290,38	153,39	203,53	107,52	6,07	60,62	26750,00	11,00	18,00	20,00

**Tabela 5A** - Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período (P), animal (A) e valores referentes ao consumo de MS e de FDN (min/kg MS e kg FDN), períodos de refeição, ruminação (RUM) e ócio em minutos, atividades de ruminação (RUM) e mastigação total (MT)

Trat.	QL	P	A	CMS (min/kgMS)	CFDN (min/kgFDN)	Refeição (min)	RUM (min)	Ócio (min)	RUM (gMS/bolo)	RUM (gFDN/bolo)	RUM (min/kgMS)	RUM (min/kgFDN)	MT (min/kgMS)	MT (min/kgFDN)
1	1	1	1	155,00	319,24	29,23	30,28	24,52	3,77	1,83	222,30	457,85	377,30	777,09
1	2	1	1	160,41	340,88	29,50	25,00	28,04	3,55	1,67	271,88	577,77	432,29	918,65
1	1	2	2	203,44	413,35	34,55	23,89	27,39	3,47	1,71	230,21	467,74	433,65	881,09
1	2	2	2	92,65	189,74	19,17	26,94	31,74	5,23	2,55	199,71	408,99	292,36	598,72
1	1	3	3	189,43	390,81	26,92	19,67	35,68	5,15	2,49	165,08	340,56	354,51	731,37
1	2	3	3	174,91	347,09	27,27	28,13	31,36	3,63	1,83	262,36	520,63	437,27	867,71
1	1	4	4	159,77	326,91	27,22	28,53	33,81	4,08	1,99	316,29	647,15	476,06	974,06
1	2	4	4	199,10	411,73	30,00	34,06	26,90	2,99	1,45	328,82	679,98	527,93	1091,71
2	1	1	2	91,54	183,50	34,00	22,50	37,92	4,06	2,02	193,85	388,58	285,39	572,08
2	2	1	2	154,34	308,20	18,50	26,67	25,65	7,60	3,81	200,22	399,82	354,56	708,02
2	1	2	3	114,57	232,41	20,91	24,25	31,52	2,97	1,47	241,59	490,09	356,16	722,50
2	2	2	3	162,21	310,95	30,00	26,58	31,75	3,75	1,96	273,05	523,43	435,25	834,38
2	1	3	4	177,75	356,83	21,43	28,67	33,81	4,04	2,01	254,77	511,46	432,51	868,28
2	2	3	4	193,34	368,92	33,50	29,71	28,57	3,21	1,68	291,46	556,13	484,80	925,05
2	1	4	1	164,51	333,74	36,50	31,67	29,71	2,96	1,46	256,91	521,19	421,43	854,93
2	2	4	1	207,38	420,33	36,11	30,28	27,14	2,94	1,45	347,76	704,85	555,14	1125,18
3	1	1	3	114,07	221,50	28,13	21,56	36,25	4,11	2,12	174,91	339,63	288,98	561,12
3	2	1	3	181,38	339,09	33,33	30,00	28,75	3,63	1,94	272,07	508,63	453,45	847,71
3	1	2	4	144,58	281,65	26,50	31,88	28,91	4,68	2,40	278,24	542,04	422,81	823,68
3	2	2	4	186,50	348,49	26,07	30,00	26,90	4,65	2,49	260,59	486,94	447,10	835,43
3	1	3	1	139,64	274,13	32,78	31,76	26,30	2,78	1,42	255,61	501,80	395,25	775,93
3	2	3	1	191,02	376,14	31,67	26,00	28,86	2,96	1,50	348,52	686,29	539,53	1062,42
3	1	4	2	204,20	400,66	26,36	24,72	32,05	2,37	1,21	313,34	614,81	517,53	1015,47
3	2	4	2	119,01	231,46	30,56	35,83	22,61	3,47	1,79	279,13	542,89	398,14	774,35
4	1	1	4	196,52	375,81	30,91	30,28	23,13	2,94	1,53	315,02	602,41	511,54	978,22
4	2	1	4	218,38	409,17	22,65	34,38	22,95	3,31	1,77	311,97	584,53	530,35	993,70
4	1	2	1	149,11	284,35	30,42	35,83	20,48	3,18	1,67	263,49	502,47	412,60	786,82
4	2	2	1	141,59	275,72	29,38	31,05	27,95	3,46	1,78	355,48	692,24	497,08	967,96
4	1	3	2	164,00	310,04	28,33	26,75	29,55	2,18	1,15	344,08	650,48	508,09	960,53
4	2	3	2	97,56	184,03	19,17	32,11	26,09	3,85	2,04	258,76	488,08	356,32	672,10
4	1	4	3	121,82	231,64	33,33	23,33	34,17	2,48	1,30	255,83	486,45	377,65	718,09
4	2	4	3	206,63	391,16	34,09	29,72	26,50	4,11	2,17	294,79	558,06	501,42	949,22

**Tabela 6A** - Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período (P), animal (A) e valores referentes às médias da frequência do número de refeições diárias, em relação ao tempo despendido por refeição em minutos

Trat.	QL	Período	Animal	5 a 15	15 a 25	25 a 35	35 a 45	45 a 55	Mais de 55
1	1	1	1	6,00	1,00	2,00	0,00	2,00	4,00
1	2	1	1	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	0,00
1	1	2	2	2,00	4,00	1,00	3,00	1,00	3,00
1	2	2	2	7,00	1,00	2,00	2,00	1,00	0,00
1	1	3	3	6,00	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00
1	2	3	3	4,00	2,00	1,00	1,00	1,00	3,00
1	1	4	4	4,00	2,00	1,00	2,00	0,00	2,00
1	2	4	4	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,00
2	1	1	2	1,00	1,00	2,00	1,00	2,00	1,00
2	2	1	2	13,00	4,00	3,00	2,00	3,00	1,00
2	1	2	3	6,00	4,00	1,00	3,00	1,00	0,00
2	2	2	3	5,00	1,00	1,00	1,00	0,00	3,00
2	1	3	4	9,00	2,00	2,00	1,00	0,00	2,00
2	2	3	4	2,00	2,00	5,00	4,00	1,00	2,00
2	1	4	1	3,00	0,00	2,00	3,00	0,00	4,00
2	2	4	1	3,00	0,00	1,00	3,00	1,00	3,00
3	1	1	3	4,00	0,00	0,00	0,00	4,00	1,00
3	2	1	3	3,00	1,00	1,00	1,00	4,00	2,00
3	1	2	4	4,00	1,00	3,00	2,00	1,00	2,00
3	2	2	4	5,00	6,00	4,00	2,00	1,00	2,00
3	1	3	1	2,00	0,00	4,00	3,00	1,00	2,00
3	2	3	1	3,00	2,00	2,00	2,00	1,00	2,00
3	1	4	2	5,00	1,00	3,00	2,00	0,00	2,00
3	2	4	2	2,00	2,00	2,00	5,00	2,00	0,00
4	1	1	4	4,00	2,00	1,00	2,00	5,00	0,00
4	2	1	4	7,00	6,00	5,00	5,00	2,00	0,00
4	1	2	1	5,00	3,00	1,00	1,00	2,00	4,00
4	2	2	1	4,00	1,00	0,00	2,00	2,00	2,00
4	1	3	2	4,00	0,00	1,00	2,00	0,00	2,00
4	2	3	2	8,00	3,00	2,00	3,00	0,00	0,00
4	1	4	3	2,00	0,00	1,00	2,00	2,00	2,00
4	2	4	3	5,00	3,00	0,00	2,00	2,00	4,00

**Tabela 7A** - Volume máximo de gás produzido a partir da fração de carboidratos não fibrosos ( $V_{f_{CNF}}$ ) e de carboidratos fibrosos ( $V_{f_{CF}}$ ), taxa de degradação da fração de carboidratos não fibrosos ( $Kd_{CNF}$ ) e de carboidratos fibrosos ( $Kd_{CF}$ ), volume máximo de gás produzido a partir dos carboidratos totais ( $V_{CT}$ ), taxa de produção de gases total (mT), tempo de colonização das bactérias caracterizado como *lag time* ou fase de latência (L) e degradabilidade durante incubação de 48 horas, considerando os efeitos da substituição do milho pelo farelo de manga integral

Tratamento	Repetição	$V_{f_{CNF}}$ (ml g <sup>-1</sup> MS)	$V_{f_{CF}}$ (ml g <sup>-1</sup> MS)	$Kd_{CNF}$ (% h <sup>-1</sup> )	$Kd_{CF}$ (% h <sup>-1</sup> )	$V_{CT}$ (ml g <sup>-1</sup> MS)	mT (% h <sup>-1</sup> )	L	Degradabilidade 48 horas
1	1	66,33	187,30	0,0680	0,0175	253,63	0,0855	11,72	96,29
1	2	73,72	184,30	0,0673	0,0166	258,02	0,0839	11,59	95,77
1	3	65,66	189,70	0,0670	0,0166	255,36	0,0836	11,28	96,27
1	4	62,46	195,90	0,0670	0,0158	258,36	0,0828	11,36	96,11
2	1	59,46	169,20	0,0640	0,0134	228,66	0,0774	10,47	98,69
2	2	59,70	167,00	0,0618	0,0129	226,70	0,0747	10,67	93,43
2	3	56,80	175,50	0,0650	0,0110	232,30	0,0760	10,96	93,44
2	4	63,57	171,70	0,0647	0,0116	235,27	0,0763	11,06	93,65
3	1	64,00	127,50	0,0440	0,0104	191,50	0,0544	9,10	91,18
3	2	69,47	118,70	0,0477	0,0107	188,17	0,0584	9,37	92,28
3	3	66,77	121,30	0,0470	0,0107	188,07	0,0577	9,61	97,23
3	4	65,61	121,30	0,0497	0,0112	186,91	0,0609	9,61	88,96
4	1	98,32	53,47	0,0772	0,0159	151,79	0,0931	6,47	85,11
4	2	93,81	57,50	0,0712	0,0149	151,31	0,0861	6,63	84,92
4	3	101,70	52,11	0,0803	0,0157	153,81	0,0960	6,40	78,79
4	4	103,70	49,49	0,0875	0,0164	153,19	0,1039	6,65	84,47

**Tabela 8A** - Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes aos parâmetros sanguíneos de cabras Saanen em lactação

Trat.	QL	Período	Animal	Ureia (mg/dl)	Creatinina (mg/dl)	GGT (UI)	AST (UI)	Albumina (g/dl)	Proteínas Totais (g/dl)	Glicose (mg/dl)	Triglicerídeos (mg/dl)	Colesterol Total (mg/dl)
1	1	1	1	45,86	0,73	43,03	90,87	4,28	9,49	90,67	45,20	60,14
1	2	1	1	64,58	0,51	38,34	72,36	4,48	7,27	82,41	52,99	36,64
1	1	2	2	54,92	0,76	50,76	75,00	4,59	9,00	77,00	39,00	41,09
1	2	2	2	53,42	0,77	65,62	83,01	4,30	10,23	82,36	41,86	32,44
1	1	3	3	57,18	0,77	48,37	51,14	5,08	9,19	84,62	43,71	18,78
1	2	3	3	55,88	1,18	45,36	71,03	5,31	10,04	66,26	26,68	39,18
1	1	4	4	49,33	0,59	47,63	82,88	4,23	8,74	64,30	34,60	35,50
1	2	4	4	58,16	0,75	66,98	73,72	4,43	8,07	68,10	27,54	64,99
2	1	1	2	32,60	0,88	53,86	64,86	4,05	9,82	85,83	54,38	43,52
2	2	1	2	52,02	0,49	73,05	79,61	4,61	8,28	68,49	49,48	41,58
2	1	2	3	55,88	0,76	51,60	53,59	4,42	8,86	74,34	39,34	52,02
2	2	2	3	45,72	0,78	47,34	73,88	5,53	8,88	87,62	45,07	59,70
2	1	3	4	53,60	0,09	49,45	94,41	4,17	9,55	68,99	37,65	29,29
2	2	3	4	54,61	0,70	72,79	131,60	4,56	9,55	67,16	29,73	36,85
2	1	4	1	64,47	0,64	46,03	82,43	4,71	10,13	66,16	52,26	54,06
2	2	4	1	59,07	0,51	44,28	88,87	4,53	9,20	72,22	35,66	29,61
3	1	1	3	57,28	0,54	53,03	65,76	5,06	10,04	67,27	43,48	25,93
3	2	1	3	45,39	0,79	42,05	62,65	3,80	9,32	67,10	55,08	67,05
3	1	2	4	45,99	0,85	51,32	81,71	4,86	9,67	86,06	27,41	35,26
3	2	2	4	57,26	0,76	59,36	96,78	4,62	8,08	71,00	42,49	78,56
3	1	3	1	59,11	0,80	49,53	77,08	4,93	12,91	89,24	35,86	23,31
3	2	3	1	60,79	0,50	41,18	83,33	4,24	10,40	65,00	39,93	38,19
3	1	4	2	54,46	0,65	48,21	63,90	4,32	9,15	63,97	28,20	28,83
3	2	4	2	82,21	0,61	71,67	88,02	4,43	9,57	78,48	32,28	40,32
4	1	1	4	39,28	1,04	53,51	78,43	4,63	9,19	63,98	60,51	36,78
4	2	1	4	45,47	0,83	65,53	77,66	5,05	8,68	57,44	29,43	31,04
4	1	2	1	53,12	0,80	52,79	73,42	4,93	9,09	78,00	41,00	31,00
4	2	2	1	53,50	0,69	42,21	83,95	5,10	9,17	88,44	40,93	29,88
4	1	3	2	50,90	0,60	48,48	68,82	6,34	9,95	62,74	47,19	38,87
4	2	3	2	69,64	0,83	68,90	77,00	5,03	8,45	77,79	34,17	24,18
4	1	4	3	51,46	0,83	49,62	60,36	4,92	9,03	75,01	35,96	20,04
4	2	4	3	61,62	0,76	41,28	67,73	4,84	9,15	84,10	34,00	35,98

**Tabela 9A** - Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes aos níveis séricos de cálcio, fósforo e magnésio em cabras Saanen em lactação

Tratamento	QL	Período	Animal	Cálcio (mg/dL)	Fósforo (mg/dL)	Magnésio (mg/dL)
1	1	1	1	9,82	8,86	10,90
1	2	1	1	9,19	7,39	11,03
1	1	2	2	9,14	9,27	11,15
1	2	2	2	9,40	11,91	10,81
1	1	3	3	8,79	8,36	11,42
1	2	3	3	9,59	7,83	11,57
1	1	4	4	8,41	12,95	11,24
1	2	4	4	8,70	7,54	11,11
2	1	1	2	9,77	9,49	10,80
2	2	1	2	8,62	10,52	11,30
2	1	2	3	8,80	8,01	11,34
2	2	2	3	9,40	8,99	10,75
2	1	3	4	8,37	10,10	10,71
2	2	3	4	9,14	8,25	10,59
2	1	4	1	9,02	8,43	11,08
2	2	4	1	8,98	7,77	11,17
3	1	1	3	9,32	9,70	12,72
3	2	1	3	9,14	6,34	10,64
3	1	2	4	8,88	11,36	10,57
3	2	2	4	9,79	6,95	11,23
3	1	3	1	9,41	7,51	11,24
3	2	3	1	9,03	8,53	11,43
3	1	4	2	9,08	8,25	11,15
3	2	4	2	8,67	10,45	11,13
4	1	1	4	8,64	10,13	11,19
4	2	1	4	10,18	7,20	11,45
4	1	2	1	9,51	8,27	10,99
4	2	2	1	10,59	7,75	10,40
4	1	3	2	9,40	8,60	11,26
4	2	3	2	8,70	9,41	10,79
4	1	4	3	8,60	7,81	10,76
4	2	4	3	10,45	6,97	11,09

**APÊNDICE B**

---

**PLANILHAS REFERENTES ÀS TABELAS DO CAPÍTULO III**



**Tabela 1B** – Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes à produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% (LC3,5%) e 4,0% de gordura (LC4,0%), e corrigida para sólidos totais (LCST), teores (%) de gordura (G), proteína (P), caseína (C), lactose (L), sólidos totais (ST), sólidos não gordurosos (SNG), contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT)

Trat.	QL	Período	Animal	PL (kg/dia)	LC 3,5% (kg/dia)	LC 4,0% (kg/dia)	LCST (kg/dia)	G (%)	P (%)	C (%)	L (%)	ST (%)	SNG (%)	Ureia (NUL, mg/dL)	CCS (x10 <sup>3</sup> cel./ml)	CBT (x 10 <sup>3</sup> )
1	1	1	1	2,24	1,97	1,82	1,91	2,75	3,01	2,38	3,94	10,60	7,85	22,70	2237,00	1450,00
1	2	1	1	1,81	1,53	1,42	1,50	2,55	2,80	2,21	4,13	10,38	7,83	22,90	399,00	30,00
1	1	2	2	2,12	1,57	1,45	1,44	1,90	2,00	1,55	3,90	8,69	6,79	20,95	1717,00	230,00
1	2	2	2	2,75	2,41	2,23	2,33	2,75	2,50	1,95	4,40	10,53	7,78	20,90	49,00	84,00
1	1	3	3	1,71	1,45	1,35	1,39	2,59	2,48	1,95	4,18	10,14	7,55	19,75	1721,00	532,00
1	2	3	3	1,86	1,70	1,57	1,62	2,99	2,82	2,24	4,02	10,72	7,73	24,85	4117,00	4130,00
1	1	4	4	1,77	1,52	1,41	1,40	2,65	2,10	1,66	4,06	9,79	7,14	20,55	335,00	290,00
1	2	4	4	2,10	1,63	1,52	1,49	2,14	1,79	1,36	3,95	8,90	6,76	17,50	1918,00	895,00
2	1	1	2	2,23	1,77	1,65	1,65	2,25	2,04	1,59	4,13	9,32	7,07	17,55	2440,00	1128,00
2	2	1	2	2,78	2,54	2,35	2,47	2,96	2,63	2,04	4,51	10,95	7,99	12,35	58,00	196,00
2	1	2	3	1,93	1,61	1,49	1,47	2,49	2,19	1,71	3,82	9,42	6,93	18,50	2985,00	1001,00
2	2	2	3	1,97	1,74	1,61	1,67	2,79	2,83	2,26	3,98	10,50	7,71	24,30	6047,00	4004,00
2	1	3	4	2,09	1,82	1,69	1,71	2,72	2,33	1,78	4,11	10,08	7,36	23,80	215,00	182,00
2	2	3	4	2,47	2,00	1,85	1,79	2,32	1,80	1,34	3,95	9,01	6,69	17,75	1429,00	479,00
2	1	4	1	1,87	1,70	1,57	1,63	2,94	2,96	2,38	3,89	10,74	7,80	19,30	6131,00	3562,00
2	2	4	1	0,95	0,75	0,70	0,71	2,23	2,46	1,97	3,70	9,38	7,15	19,25	428,00	370,00
3	1	1	3	1,93	1,72	1,59	1,67	2,83	2,56	2,06	4,43	10,71	7,88	19,60	1492,00	496,00
3	2	1	3	1,89	1,74	1,62	1,66	3,03	2,62	2,11	4,24	10,77	7,74	22,15	5152,00	6361,00
3	1	2	4	2,20	1,91	1,77	1,69	2,69	1,99	1,52	3,79	9,37	6,68	20,25	75,00	109,00
3	2	2	4	2,58	2,09	1,94	1,87	2,35	1,79	1,35	3,98	9,04	6,69	19,00	1515,00	337,00
3	1	3	1	2,02	1,83	1,69	1,74	2,93	2,84	2,24	3,89	10,57	7,64	23,00	3404,00	2874,00
3	2	3	1	1,27	1,06	0,99	1,00	2,53	2,51	1,96	3,85	9,82	7,29	22,50	501,00	160,00
3	1	4	2	1,30	1,02	0,94	0,96	2,18	2,15	1,72	4,04	9,33	7,15	19,10	2093,00	1079,00
3	2	4	2	2,07	1,90	1,76	1,83	3,02	2,57	2,02	4,31	10,83	7,81	28,25	1283,00	149,00
4	1	1	4	2,03	1,83	1,69	1,70	2,90	2,14	1,67	4,33	10,26	7,36	20,90	124,00	235,00
4	2	1	4	2,59	2,21	2,05	2,00	2,60	1,92	1,49	4,06	9,50	6,90	22,30	3033,00	2545,00
4	1	2	1	2,15	1,92	1,78	1,78	2,85	2,70	2,10	3,71	10,13	7,28	20,40	3353,00	856,00
4	2	2	1	1,69	1,35	1,25	1,17	2,27	2,14	1,65	3,25	8,58	6,31	17,35	298,00	93,00
4	1	3	2	1,72	1,43	1,33	1,34	2,47	2,19	1,69	4,13	9,71	7,24	19,30	1743,00	523,00
4	2	3	2	2,54	2,46	2,28	2,32	3,32	2,46	1,83	4,31	11,02	7,70	30,45	115,00	83,00
4	1	4	3	1,31	1,23	1,14	1,17	3,12	2,60	2,11	4,17	10,87	7,75	16,75	2843,00	2242,00
4	2	4	3	1,74	1,54	1,43	1,49	2,82	2,91	2,37	3,97	10,64	7,82	25,30	7020,00	5392,00

**Tabela 2B** – Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período, animal e valores referentes produção de constituintes do leite e eficiência de produção de leite em cabras leiteiras Saanen

Trat.	QL	Período	Animal	Gordura (g/dia)	Proteína (g/dia)	Caseína (g/dia)	Lactose (g/dia)	Sólidos totais (g/dia)	Sólidos não gordurosos (g/dia)	Eficiência (PL/CMS)
1	1	1	1	61,71	67,54	53,41	88,41	237,86	176,15	0,92
1	2	1	1	46,18	50,71	40,02	74,79	187,98	141,80	0,98
1	1	2	2	40,32	42,44	32,89	82,76	184,40	144,08	1,14
1	2	2	2	75,54	68,68	53,57	120,87	289,26	213,72	1,13
1	1	3	3	44,19	42,31	33,27	71,31	172,99	128,80	0,92
1	2	3	3	55,49	52,34	41,57	74,61	198,96	143,47	1,08
1	1	4	4	46,77	37,07	29,30	71,66	172,79	126,02	1,15
1	2	4	4	45,00	37,64	28,60	83,07	187,17	142,16	1,27
2	1	1	2	50,20	45,51	35,47	92,14	207,93	157,73	1,20
2	2	1	2	82,32	73,14	56,73	125,42	304,52	222,20	1,16
2	1	2	3	48,03	42,25	32,99	73,69	181,71	133,68	0,96
2	2	2	3	55,05	55,84	44,59	78,53	207,17	152,12	1,07
2	1	3	4	56,79	48,65	37,17	85,82	210,47	153,68	1,24
2	2	3	4	57,40	44,53	33,15	97,72	222,91	165,51	1,43
2	1	4	1	54,92	55,29	44,46	72,67	200,62	145,70	0,84
2	2	4	1	21,25	23,44	18,77	35,26	89,39	68,14	0,61
3	1	1	3	54,62	49,41	39,76	85,50	206,70	152,08	0,98
3	2	1	3	57,27	49,52	39,88	80,14	203,55	146,29	1,14
3	1	2	4	59,13	43,74	33,41	83,30	205,95	146,83	1,20
3	2	2	4	60,54	46,11	34,78	102,52	232,87	172,33	1,32
3	1	3	1	59,16	57,34	45,23	78,54	213,41	154,25	0,96
3	2	3	1	32,00	31,75	24,79	48,70	124,22	92,22	0,85
3	1	4	2	28,30	27,91	22,33	52,44	121,10	92,81	0,91
3	2	4	2	62,39	53,10	41,73	89,04	223,75	161,35	0,89
4	1	1	4	58,75	43,36	33,83	87,73	207,87	149,11	1,17
4	2	1	4	67,34	49,73	38,59	105,15	246,05	178,71	1,47
4	1	2	1	61,25	58,02	45,13	79,73	217,69	156,45	0,88
4	2	2	1	38,41	36,21	27,92	54,99	145,17	106,77	1,02
4	1	3	2	42,56	37,73	29,12	71,16	167,30	124,75	1,11
4	2	3	2	84,16	62,36	46,39	109,26	279,36	195,20	1,08
4	1	4	3	40,81	34,01	27,60	54,54	142,18	101,37	0,80
4	2	4	3	49,01	50,58	41,19	69,00	184,92	135,91	0,96

**Tabela 3B** - Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período (P), animal (A) e valores referentes aos ácidos graxos identificados no leite de cabras Saanen

Trat.	QL	P	A	C <sub>8:0</sub>	C <sub>10:0</sub>	C <sub>11:0</sub>	C <sub>12:0</sub>	C <sub>13:0</sub>	C <sub>14:0</sub>	C <sub>14:1 cis-9</sub>	C <sub>15:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>17:0</sub>	C <sub>17:1 cis-10</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1 cis-9</sub>	C <sub>18:2 cis-9, cis-12</sub>
1	1	1	1	0,2633	8,2717	0,4098	7,8990	0,5451	14,6298	0,5451	0,5859	38,0709	0,5730	0,1928	0,0519	9,0542	18,5830	0,3245
1	2	1	1	0,4880	9,3286	0,6315	5,9548	1,7487	13,6937	0,4173	0,6006	33,0066	0,5542	0,4460	0,1170	11,7639	17,4383	3,8109
1	1	2	2	0,1277	14,7237	0,2092	8,4025	0,1388	20,7916	0,4273	0,0837	36,6297	0,2158	0,2863	0,0485	5,4600	12,1688	0,2863
1	2	2	2	0,1783	12,2173	1,3806	5,5440	0,2648	23,6160	0,6295	0,1216	37,1194	0,0675	0,2594	0,0594	6,7274	11,2717	0,5431
1	1	3	3	1,3150	8,8870	3,5209	6,0396	0,7158	14,7463	1,3256	0,8802	45,2198	0,5780	0,3022	0,1538	4,3693	8,8393	3,1073
1	2	3	3	0,3306	14,6523	0,1717	5,6986	0,2395	20,7049	0,3539	0,0530	32,1487	0,0996	0,2861	0,0424	9,2208	15,0804	0,9176
1	1	4	4	0,3845	10,2512	0,1866	5,6686	0,3823	22,4698	0,4879	0,0787	36,2917	0,1147	0,4542	0,1439	7,9599	14,6336	0,4924
1	2	4	4	0,6505	14,5673	1,3863	4,5266	0,3291	12,7512	0,8906	0,9255	42,2265	0,4221	0,3175	0,1278	7,4424	11,5934	1,8432
2	1	1	2	0,2400	12,4799	1,4823	4,8141	0,7031	15,5208	1,7139	0,8668	40,8730	1,2254	0,3896	0,0621	3,7835	12,8356	3,0099
2	2	1	2	0,1127	10,3955	0,2238	6,6211	0,1467	13,6235	0,1961	0,8552	32,7318	0,5326	0,6252	0,2532	13,4475	19,9728	0,2624
2	1	2	3	0,5793	10,7773	0,9969	8,7768	0,7409	17,1494	1,3943	1,9938	33,1133	1,1990	1,1922	0,3705	6,0892	14,7110	0,9161
2	2	2	3	0,2575	9,1758	0,1152	7,0601	0,3964	16,5560	0,3388	0,4031	30,5915	0,5099	0,4252	0,3337	10,4292	21,7833	1,6244
2	1	3	4	0,7527	13,9258	1,7146	5,6456	0,4426	15,9017	1,4672	0,7841	37,2608	1,2825	0,3624	0,0941	6,2659	13,0371	1,0629
2	2	3	4	1,0123	8,6899	1,1456	4,7407	0,5665	15,3135	0,4999	0,1791	43,7159	0,4332	0,3708	0,1833	7,6442	14,1804	1,3247
2	1	4	1	0,3681	10,2768	0,8961	6,1770	0,4609	15,1832	0,7297	0,7617	36,2138	0,7457	0,5153	0,2208	9,1279	16,7803	1,5426
2	2	4	1	0,2934	6,1734	2,5151	5,2416	0,8714	13,2528	0,6212	1,0440	46,0569	0,5867	0,5263	0,1855	8,9344	9,7972	3,8999
3	1	1	3	0,3077	11,6586	0,3612	7,2895	0,1204	15,0529	0,5256	0,4453	37,2386	0,5332	0,3020	0,0994	7,8476	17,9886	0,2293
3	2	1	3	0,1955	12,6655	1,5137	5,7951	0,5334	24,8645	0,5139	0,0782	34,0557	0,1061	0,3854	0,0531	7,8143	10,4256	0,9998
3	1	2	4	0,4203	11,2910	1,2636	5,5256	0,3469	25,0049	0,5105	0,0762	36,2649	0,0846	0,1692	0,0931	6,5157	11,5054	0,9280
3	2	2	4	0,1305	13,8430	0,3142	3,8118	0,2659	20,5289	0,1813	0,0677	36,7818	0,2151	0,4375	0,0411	9,5284	13,5022	0,3505
3	1	3	1	0,1538	14,3862	0,3705	4,7442	0,2983	21,6283	0,2144	0,1235	35,8934	0,0885	0,4777	0,0443	6,1702	14,6076	0,7992
3	2	3	1	0,4596	7,7002	1,2597	3,7848	0,2525	13,5136	0,4880	0,7036	41,6303	1,3448	0,2922	0,1560	12,1234	10,6764	5,6148
3	1	4	2	0,1179	10,4245	0,0819	4,2958	0,0920	11,3461	0,0618	0,1265	47,0938	0,6700	0,5593	0,4299	7,9072	16,5763	0,2171
3	2	4	2	0,2379	11,6749	0,6297	5,0478	0,2456	17,9339	0,3269	0,2255	39,2061	0,4522	0,3947	0,1580	8,1802	14,1913	1,0954
4	1	1	4	0,3789	13,9872	0,2805	8,1750	0,2248	19,3982	0,2378	0,0873	33,8683	0,2972	0,2582	0,0464	7,7273	14,0689	0,9641
4	2	1	4	0,6738	11,3651	0,1865	5,3126	0,2587	15,8444	0,3159	0,2437	35,5394	0,5776	0,6227	0,1955	9,3857	18,6060	0,8724
4	1	2	1	0,1930	19,2062	0,4445	6,2500	0,2778	23,2306	0,3568	0,0907	34,2039	0,1784	0,3100	0,1111	4,4572	10,0316	0,6580
4	2	2	1	0,6821	6,5950	0,3666	6,0067	0,3538	13,2242	0,3496	0,8185	44,8736	1,5816	0,3538	0,0853	9,6560	10,0098	5,0433
4	1	3	2	0,3935	12,0830	0,2311	3,2856	0,1762	19,2056	0,3455	0,1167	35,6702	0,3203	0,3455	0,0549	6,9670	19,3749	1,4300
4	2	3	2	0,3964	13,0356	0,1286	4,0929	0,3100	14,8068	0,3964	0,3353	40,7051	0,8498	0,3711	0,1328	8,4472	14,7267	1,2652
4	1	4	3	0,1704	13,9211	0,2925	5,8597	0,8871	11,6293	0,2829	0,6943	41,3037	1,5429	0,4050	0,1221	6,2807	15,8336	0,7746
4	2	4	3	0,2221	13,9743	0,2247	5,7617	0,0826	14,7517	0,2686	0,2273	36,5874	0,7128	0,4545	0,0930	10,5886	15,8699	0,1808

**Tabela 4B** - Substituição do milho pelo farelo de manga (Tratamentos), quadrado latino (QL), período (P), animal (A) e valores referentes aos ácidos graxos saturados total (AGS), ácidos graxos insaturados (AGI), relação AGI:AGS, ácidos graxos desejáveis (AGD), índice aterogênico (IA)

Trat.	QL	Período	Animal	AGS	AGI	AGI:AGS	AGD
1	1	1	1	79,9225	20,0775	0,2512	29,1317
1	2	1	1	77,6622	22,3378	0,2876	34,1017
1	1	2	2	86,8533	13,1467	0,1514	18,6067
1	2	2	2	87,4287	12,5713	0,1438	19,2986
1	1	3	3	85,9961	14,0039	0,1628	18,3732
1	2	3	3	83,5061	16,4939	0,1975	25,7147
1	1	4	4	84,1274	15,8726	0,1887	23,8324
1	2	4	4	85,1229	14,8771	0,1748	22,3195
2	1	1	2	81,1531	18,8469	0,2322	22,6304
2	2	1	2	78,7829	21,2171	0,2693	34,6645
2	1	2	3	81,4091	18,5909	0,2284	24,6800
2	2	2	3	75,4099	24,5901	0,3261	35,0193
2	1	3	4	83,0563	16,9437	0,2040	23,2096
2	2	3	4	83,3785	16,6215	0,1994	24,2658
2	1	4	1	79,9808	20,0192	0,2503	29,1471
2	2	4	1	84,9094	15,0906	0,1777	24,0250
3	1	1	3	80,6238	19,3762	0,2403	27,2237
3	2	1	3	87,9015	12,0985	0,1376	19,9129
3	1	2	4	86,8784	13,1216	0,1510	19,6373
3	2	2	4	85,7098	14,2902	0,1667	23,8186
3	1	3	1	84,2460	15,7540	0,1870	21,9242
3	2	3	1	81,7199	18,2801	0,2237	30,4035
3	1	4	2	82,0449	17,9551	0,2188	25,8622
3	2	4	2	83,7762	16,2238	0,1937	24,4039
4	1	1	4	84,3856	15,6144	0,1850	23,3417
4	2	1	4	79,4326	20,5674	0,2589	29,9531
4	1	2	1	88,6640	11,3360	0,1279	15,7932
4	2	2	1	82,9305	17,0695	0,2058	26,7255
4	1	3	2	78,4744	21,5256	0,2743	28,4927
4	2	3	2	82,6290	17,3710	0,2102	25,8182
4	1	4	3	81,4439	18,5561	0,2278	24,8369
4	2	4	3	82,8749	17,1251	0,2066	27,7136