

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação**

**INCLUSÃO DE GLICERINA BRUTA E GLUCOSE INDUSTRIAL NA DIETA DE  
CAPRINOS SAANEN EM CRESCIMENTO**

**PEDRO AUGUSTO DIAS ANDRADE**

**Belo Horizonte  
Escola de Veterinária - UFMG  
2015**

**PEDRO AUGUSTO DIAS ANDRADE**

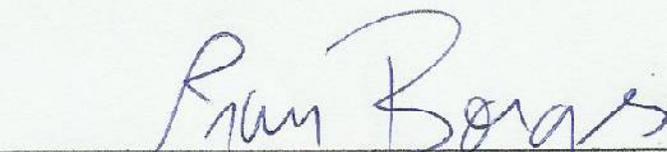
**INCLUSÃO DE GLICERINA BRUTA E GLUCOSE INDUSTRIAL NA DIETA DE  
CAPRINOS SAANEN EM CRESCIMENTO**

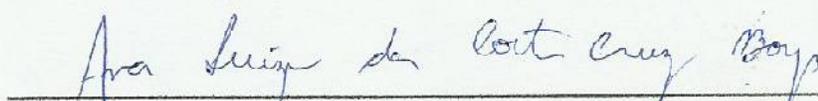
TESE apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Zootecnia

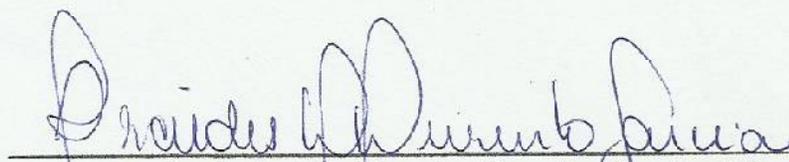
Área de concentração: Nutrição Animal  
Orientador: Prof. Dr. Iran Borges

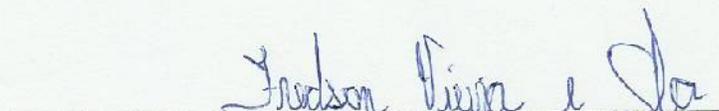
**Belo Horizonte  
Escola de Veterinária - UFMG  
2015**

Tese defendida e aprovada no dia 25 de Fevereiro de 2015, pela comissão examinadora composta por:

  
Prof. Iran Borges, DSc.  
(Orientador)

  
Profa. Ana Luiza da Costa Cruz Borges, DSc.

  
Profa. Iraides Ferreira Furusho Garcia, DSc.

  
Prof. Fredson Vieira e Silva, DSc.

  
Prof. Ricardo Reis e Silva, DSc.

**Dedicatória**

Aos meus Familiares...

A vocês dedico este trabalho...

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus, por ter me proporcionado tamanha força para realização deste trabalho.

Ao Prof. Iran Borges, pela orientação, ensinamentos e presteza que, com tamanho carinho e dedicação.

Aos Prof. e Pesquisadores Ana Luiza Costa Cruz Borges, Eloísa de Oliveira Simões Saliba, Felipe Piezeran, Maria Izabel (Bel) e Jefferson, pela total disponibilidade, conselhos, auxílios, ensinamentos e tudo o mais que fizeram por mim durante essa jornada.

À UFMG, pela oportunidade da realização do Doutorado.

Ao CNPq, por fomentar e financiar este trabalho, e a CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Capril TRI-Queda, por ceder os animais, espaço de trabalho, moradia e todas as condições necessárias para que esse trabalho pudesse ser concluído

Aos amigos de JF, Marcus, Priscila, Marcelo, Marcelle, Lia, Sr Cirilo, Dona Graça, Sr César, Fábio, Adriana, Leo, Júlio, Regina, José Heleno, Rodrigo, Caetano, Pitty (mesmo ranzinza e cheio de pulgas), e todos os que acompanharam de certa forma a execução desse trabalho. Obrigado pela amizade, paciência e companheirismo.

À Prof. Fabiana, da UNIPAC-JF e todos os seus pupilos, Giully, Fernanda, Isadora, Ana Luiza, Carol, Laura, Victória, Éder, Christian, Josafá. Obrigado por todo apoio e dedicação. Esse trabalho não teria sido concluído sem o auxílio de vocês

Aos funcionários do laboratório de nutrição animal, Toninho e Fabiana, pelos auxílios, ensinamentos, dúvidas, camaradagem e pelas horas de descontração.

Aos amigos Anna Carolyne, Luciana, Leonardo, José André e Luiz. Sem vocês, nada teria acontecido. Obrigado pela presteza, amizade, carinho e dedicação.

Aos amigos de pós-graduação, pela solícita presença e amizade nas horas de dificuldade.

Aos meus familiares, que compartilharam comigo a concretização deste sonho, acalentando meus anseios e dúvidas, e fomentando coragem e dedicação. Obrigado por estarem sempre ao meu lado.

À minha avó, Silvianita Dias Andrade, e à minha madrinha, Silvia Dias Andrade, que sempre participaram e apoiaram tudo relacionado à minha vida, que esperavam ansiosamente por este dia, e que não chegaram a ver essa tão sonhada conquista.

Obrigado por terem sido minha fonte de força a cada passo, em cada vitória e em cada tropeço. Obrigado por me ensinarem o verdadeiro significado de ser forte, o saber levantar e o saber superar as adversidades, independente da dificuldade. Obrigado pelo amor, carinho e dedicação, por serem tão presentes no meu dia a dia, mesmo estando tão longe...

*“Aquilo que é impenetrável para nós existe de fato. Por trás dos segredos da natureza há algo sutil, intangível e inexplicável. A veneração a essa força que está além de tudo o que podemos compreender é a minha religião”*

*Albert Einstein*

---

## Sumário

---

Capítulo I - Uso de Glicerina bruta e glucose industrial na alimentação de caprinos machos na fase de cria.....	13
1. Introdução.....	13
2. Revisão de Literatura .....	14
2.1. Uso de sucedâneo na cria de cabritos .....	14
2.2. Desenvolvimento do sistema digestivo de cabritos .....	15
2.3. Glicerina bruta no metabolismo e alimentação animal.....	16
2.4. Glucose industrial e seu emprego na alimentação animal .....	18
3. Referencias Bibliográficas .....	19
Capitulo II - Consumo e digestibilidade, histomorfometria de papilas ruminais, desempenho e desenvolvimento corporal de cabritos Saanen lactentes alimentados com glicerina bruta veiculado no sucedâneo.....	22
1. Introdução.....	22
2. Material e Métodos .....	23
3. Resultados e discussão .....	31
4. Conclusão .....	42
5. Referências bibliográficas .....	42
Capitulo III - Consumo e digestibilidade, histomorfometria de papilas ruminais, desempenho e desenvolvimento corporal de cabritos Saanen lactentes alimentados com glucose veiculado no sucedâneo .....	46
1. Introdução.....	46
2. Material e Métodos .....	47
3. Resultados e discussão .....	53
4. Conclusão .....	64
5. Referencias bibliográficas .....	64

---

## Lista de Tabelas

---

Tabela 1 Composição bromatológica dos ingredientes das dietas em base de matéria seca ...	24
Tabela 2 Composição centesimal e bromatológica da dietas experimental .....	25
Tabela 3 Composição centesimal e bromatológica dos sucedâneos contendo glicerina bruta	25
Tabela 4 Consumo de matéria seca (CMS) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMSPV), em gramas/kg <sup>0,75</sup> (CMSPM), digestibilidade da matéria seca (DIGMS) consumo de matéria mineral (CMM) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMMPV), em gramas/kg <sup>0,75</sup> (CMMPM), retenção de matéria mineral (RETMM), consumo de matéria orgânica (CMO), em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMOPV), em gramas/ kg <sup>0,75</sup> (CMOPM), e digestibilidade da matéria orgânica (DIGMO) em função das inclusão de glicerina bruta .....	31
Tabela 5 Consumo de proteína bruta (CPB) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CPBPV), em gramas/kg <sup>0,75</sup> (CPBPM), consumo de proteína bruta digestível (CPDIG) em gramas e digestibilidade da proteína bruta (DIGPB) em porcentagem em função da inclusão de glicerina bruta.....	32
Tabela 6 Consumo de FDN (CFDN) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CFDN%PV), em gramas/kg <sup>0,75</sup> (CFDNPM), digestibilidade do FDN (DIGFDN), Consumo de FDA (CFDA) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CFDA%PV), em gramas/kg <sup>0,75</sup> (CFDAPM), digestibilidade do FDA (DIGFDA)em função da inclusão de glicerina bruta .....	33
Tabela 7 Consumo de energia bruta (CEB) em Mcal/dia, em Kcal/kg de PV (CEB%PV), em Kcal/Kg <sup>0,75</sup> (CEBPM), consumo de energia digestível (CED), em Mcal/dia, digestibilidade da energia bruta (ED) em %, e consumo de energia metabolizável (CEM) em Mcal/dia em função das inclusão de glicerina bruta .....	33
Tabela 8 Consumo de água (CH <sub>2</sub> O) em L/dia, em g/kg (CH <sub>2</sub> O%PV), em g/kg <sup>0,75</sup> (CH <sub>2</sub> OPM), e Balanço Hídrico em função das inclusão de glicerina bruta.....	34
Tabela 9 Consumo de matéria seca (CMS) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMSPV), em gramas/kg <sup>0,75</sup> (CMSPM), e peso do Rumen-retículo vazio em gramas, em função das inclusão de glicerina bruta .....	34
Tabela 10 Caracterização média das papilas ruminais obtidas no saco cranial ou ventral de cabritinhos recebendo sucedâneo comercial adicionados de distintas concentrações de glicerina.....	35
Tabela 11 Caracterização das papilas ruminais obtidas no saco cranial ou ventral de cabritinhos recebendo sucedâneo comercial adicionados de distintas concentrações de glicerina.....	36
Tabela 12 Consumo médio de matéria seca (CMS), ganho de peso diário (GPD) e peso vivo (PV) médio dos animais em função dos níveis de inclusão de glicerina bruta .....	36
Tabela 13 Medidas ultrassonográficas da área de olho de lombo - AOL (mm <sup>2</sup> ) e espessura de gordura subcutânea - EGC (mm) em função da inclusão de glicerina bruta na dieta dos animais .....	37
Tabela 14 Medidas ultrassonográficas da área de olho de lombo - AOL (mm <sup>2</sup> ) e espessura de gordura subcutânea EGC (mm) em função da idade dos animais .....	38

Tabela 15 Equações de predição para da área de olho de lombo - AOL (mm <sup>2</sup> ) e espessura de gordura subcutânea EGC (mm) em função idade dos animais.....	39
Tabela 16 Medidas biométricas de cabritinhos Saanen em função da inclusão de glicerina no sucedâneo .....	39
Tabela 17 Medidas biométricas dos animais em função dos dias experimentais sobre os tratamentos de glicerina .....	41
Tabela 18 Equações de regressão geradas em função das medidas biométricas dos animais submetidos às dietas experimentais em função da idade .....	42
Tabela 19 Composição bromatológica dos ingredientes das dietas em base de matéria seca..	48
Tabela 20 Composição centesimal e bromatológica da dietas experimental .....	49
Tabela 21 Composição centesimal e bromatológica dos sucedâneos contendo glucose .....	49
Tabela 22 Consumo de matéria seca (CMS) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMSPV), em gramas/kg <sup>0,75</sup> (CMSPM), digestibilidade da matéria seca (DIGMS) consumo de matéria mineral (CMM) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMMPV), em gramas/kg <sup>0,75</sup> (CMMPM), retenção de matéria mineral (RETMM), consumo de matéria orgânica (CMO), em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMOPV), em gramas/ kg <sup>0,75</sup> (CMOPM), e digestibilidade da matéria orgânica (DIGMO) em função das inclusões de glucose.....	54
Tabela 23 Consumo de proteína bruta (CPB) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CPBPV), em gramas/kg <sup>0,75</sup> (CPBPM), consumo da proteína digestível (CPBDIG) em gramas e porcentagem, em função das inclusões de glucose.....	54
Tabela 24 Consumo de FDN (CFDN) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CFDN%PV), em gramas/kg <sup>0,75</sup> (CFDNPM), digestibilidade do FDN (DIGFDN), Consumo de FDA (CFDA) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CFDA%PV), em gramas/kg <sup>0,75</sup> (CFDAPM), digestibilidade do FDA (DIGFDA)em função das inclusões de glucose .....	55
Tabela 25 Consumo de energia bruta (CEB) em Mcal/dia, em Kcal/kg de PV (CEB%PV), em Kcal/Kg <sup>0,75</sup> (CEBPM), consumo de energia digestível (CED), em Mcal/dia, digestibilidade da energia bruta (ED) em %, e consumo de energia metabolizável (CEM) em Mcal/dia em função das inclusões de glucose .....	56
Tabela 26 Consumo de água (CH <sub>2</sub> O) em L/dia, em g/kg (CH <sub>2</sub> O%PV), em g/kg <sup>0,75</sup> (CH <sub>2</sub> OPM), e balanço hídrico em L/dia (RH <sub>2</sub> O) em função das inclusões de glucose.....	57
Tabela 27 Consumo de matéria seca (CMS) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMSPV), em gramas/kg <sup>0,75</sup> (CMSPM), e peso do Rumen-retículo vazio em gramas, em função das inclusão de glucose .....	57
Tabela 28 Caracterização média das papilas ruminais obtidas no saco cranial ou ventral de cabritinhos recebendo sucedâneo comercial adicionados de distintas concentrações de glucose .....	58
Tabela 29 Caracterização das papilas ruminais obtidas no saco cranial ou ventral de cabritinhos recebendo sucedâneo comercial adicionados de distintas concentrações de glucose .....	58
Tabela 30 Consumo médio de matéria seca (CMS), ganho de peso diário (GPD) e peso vivo (PV) médio dos animais em função dos níveis de inclusão de glucose.....	59
Tabela 31 Medidas ultrassonográficas da área de olho de lombo - AOL (mm <sup>2</sup> ) e espessura de gordura subcutânea - EGC (mm) em função da inclusão de glucose na dieta dos animais.....	60

Tabela 32 Medidas ultrassonográficas da área de olho de lombo - AOL (mm <sup>2</sup> ) e espessura de gordura subcutânea EGC (mm) em função da idade dos animais .....	61
Tabela 33 Equações de predição para da área de olho de lombo - AOL (mm <sup>2</sup> ) e espessura de gordura subcutânea EGC (mm) em função idade dos animais.....	62
Tabela 34 Medidas biométricas de cabritinhos Saanen em função da inclusão de glucose no sucedâneo .....	62
Tabela 35 Medidas biométricas dos animais em função dos dias experimentais sobre os tratamentos de glucose .....	63
Tabela 36 Equações de regressão geradas em função das medidas biométricas dos animais submetidos às dietas experimentais em função da idade .....	64

---

### Lista de Figuras

---

Figura 1 Reação de transesterificação para a produção de biodiesel.....	17
Figura 2 Representação gráfica da contagem de papilas realizadas com auxílio do <i>software</i> UTHSCSA <i>ImageTool</i> .....	27
Figura 3 Papilas ampliadas e representação gráfica das mensurações realizadas com auxílio do Foto-Microscópio. 1) Largura, 2) Espessura, 3) Altura, 4) Distância .....	28
Figura 4. Hipômetro de PVC confeccionado a partir de tubos e conexões.....	29
Figura 5 Esquema das medidas biométricas avaliadas empregadas nos cabritinhos.....	30

## Resumo

Avaliou-se a inclusão percentual de glicerina bruta (0, 1,75, 3,50 e 5,25) e glucose industrial (0, 1,25, 2,50, 3,75) no sucedâneo reconstituído, na dieta de caprinos, o desenvolvimento do tecido ruminal o desempenho e medidas biométricas. Utilizaram-se 30 cabritinhos Saanen, não castrados, não descornados, com peso médio de  $14,36 \pm 2,85$  kg, em delineamento inteiramente casualizado. Os coeficientes de digestibilidade foram obtidos por coleta total de fezes em gaiolas metabólicas. A inclusão de glucose industrial influenciou de forma linear os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), nitrogênio ingerido total e água. A glicerina bruta, por sua vez, influenciou de forma linear apenas os consumos de proteína bruta (PB), energia bruta (EB) e água. A digestibilidade da fibra em detergente ácido elevou-se com o aumento dos níveis de glucose, enquanto a digestibilidade da proteína tendeu a um comportamento quadrático. A glucose induziu a redução de consumo de forma linear, enquanto que os níveis de glicerina bruta não influenciaram nos parâmetros estudados. Os níveis de inclusão estudados, tanto para glucose quanto para glicerina, não afetaram o desenvolvimento do tecido ruminal, independente da porção local coletada. As medidas biométricas apresentaram resposta linear para ambos os alimentos energéticos testados, com maiores valores para glucose a 2,50% de inclusão, e idade de crescimento entre 1 a 14 dias e 42 a 56 dias. A inclusão de glucose a 2,50% demonstrou-se o tratamento de melhor desempenho dos animais

Palavras Chave: cabritos, consumo, desempenho, glicerol, glucose, nutrição, papilas ruminais, sucedâneo

### **Abstract**

We evaluated the percentage inclusion of crude glycerin (0, 1.75, 3.50 and 5.25) and industrial glucose (0, 1.25, 2.50, 3.75) in the reconstituted substitute, in the goat diet intake and digestibility, in the development of the rumen tissue, on performance and biometric measurements. They were used 30 Saanen goats, not castrated, with an average weight of  $14.36 \pm 2.85$  kg, in a randomized design. The digestibility coefficients were obtained by total collection of feces. The inclusion of industrial glucose influenced linearly the intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), gross energy (GE) and water. Glycerin influenced linearly only crude protein intake (CP), gross energy (GE) and water. The digestibility of acid detergent fiber rose with increasing glucose levels while protein digestibility. The glucose induced reduction in consumption linearly, while glycerin levels did not affect the studied parameters. The inclusion levels studied, both as glucose to glycerol did not affect the development of the rumen tissue, independent of the local portion collected. The biometric measurements showed a linear response for both energy foods tested, with higher values for glucose to 2.50% of inclusion, and old growth between 1-14 days and 42-56 days. The inclusion of glucose to 2.50% proved to be the best processing performance of animals

Keywords: goats, intake, performance, glycerol, glucose, nutrition, rumen papillae, substitute

## **Capítulo I - Uso de Glicerina bruta e glucose industrial na alimentação de caprinos machos na fase de cria**

### **1. Introdução**

A produção mundial de leite caprino, que estava em 6,8 milhões de toneladas na década de sessenta (CARVALHO e HOTT, 2009), em 2009, atingiu 15,5 milhões de toneladas (FAO, 2011); o que representou um salto de aproximadamente 227%, ou crescimento de 22,7% a cada década. Países em desenvolvimento, como o Brasil, apresentaram maiores contribuições nesse crescimento, passando a ter maior participação no cenário mundial. No entanto, os países desenvolvidos são mais adeptos das tecnologias de produção e apresentam maior produtividade do rebanho que os países em desenvolvimento: 237,45 e 75,4 kg/animal/ano, respectivamente (CARVALHO e HOTT, 2009).

Segundo o IBGE (2013) o efetivo do rebanho caprino brasileiro era de 7.107.608 animais, sendo a região Nordeste responsável por de 91% do rebanho caprino nacional; enquanto 2,2% se encontram na região Sudeste. Porém, é nesta última que se encontram cerca de 21,14% da produção de leite caprino do país, sendo que Minas Gerais participa com 9,41% dessa produção, representando assim, quase a metade da produção total (44,51%) do Sudeste.

Uma das etapas mais caras e complicadas da criação de caprinos leiteiros é a fase de cria. Apesar do baixo consumo de leite pelos animais nessa fase a dependência de alimentos de alta qualidade onera o custo, principalmente tratando-se do leite de cabra, que representa a maior fonte de renda da atividade em si, além de potencializar a mortalidade nesse momento inicial da criação. Peres (1998) apontou que o ideal seria optar pelo desmame precoce dos animais, promovendo economia a partir da utilização de sucedâneos, ou de sucedâneos com incremento de outros alimentos de baixo custo e valor nutricional intermediário.

Ao longo dos anos, a tentativa de reduzir a quantidade de leite oferecido para os animais na fase de cria, bem como a substituição do leite de cabra por um análogo sem provocar prejuízos ao desenvolvimento dos animais, tem sido alvo de pesquisa, uma vez que o alto valor nutritivo do leite de cabra, aliado ao seu alto valor de mercado são fatores que justificam a redução forçada de ingestão e introdução de fontes alternativas no aleitamento caprino (MEDEIROS, 1996).

Dentre as diversas opções, surge o leite da espécie bovina, uma alternativa mais barata e fácil de ser encontrada, permitindo desenvolvimento similar dos animais; o colostro bovino fermentado, oriundo do armazenamento do excesso de colostro bovino em recipientes

plásticos ao abrigo da luz, e fornecido aos animais diluído em água; e o sucedâneo comercial (soro de leite em pó enriquecido) encontrado facilmente em depósitos de ração e agropecuárias, apresentando o menor valor nutricional dentre as opções acima, mas de custo relativamente menor e longo período de prateleira.

Para correção dos valores nutricionais do sucedâneo bovino, para caprinos, aditivos tem sido estudados, tanto energético quanto protéicos, são empregados distintos alimentos. Dentre eles a glicerina bruta e a glucose industrial visando incrementar o valor energético do sucedâneo. O presente estudo buscou avaliar o consumo e desenvolvimento corporal de cabritos Saanen alimentados com sucedâneos contendo ou não glicerina bruta e glucose.

## **2. Revisão de Literatura**

### **2.1. Uso de sucedâneo na cria de cabritos**

A fase inicial de crescimento dos mamíferos domésticos é caracterizada pela dependência do leite materno e marcada por grandes mudanças fisiológicas e de metabolismo, com especial ênfase ao trato digestor. Animais recém-nascidos apresentam suscetibilidade a mudanças de ambiente, praticas de manejo e alimentação, determinando assim o desempenho a ser alcançado. O maior desafio encontrado até hoje na caprinocultura leiteira é fazer com que animais da fase de cria cheguem ao desaleitamento em condições de desenvolvimento satisfatórias, a um baixo custo (KNUPP, 2012).

O aleitamento artificial, bem como o uso de sucedâneos do leite de cabra, vem sendo adotado com sucesso na caprinocultura leiteira, com a finalidade de aumentar a lucratividade do sistema de produção sem causar prejuízo ao desempenho dos animais, disponibilizando maior quantidade de leite e derivados lácteos ao mercado (RAMOS et al., 2004).

Sucedâneos são alimentos substitutos ao leite materno, que tem como objetivo suprir as necessidades dos filhotes e minimizar seu custo de produção, uma vez que a comercialização do leite é mais interessante economicamente ao sistema do que a alimentação de filhotes com o mesmo. Em suma, podem ser formulações comerciais reconstituídas a partir de constituintes lácteos, sendo total ou parcial a substituição por ingredientes de origem animal ou vegetal, ou uso de leite ou de colostro de outras espécies (BRANCO, 2001).

A taxa de crescimento das crias é dependente do nível de consumo do mesmo, da composição nutricional e o aproveitamento de nutrientes pelo animal. Segundo Ribeiro (1997), a prática deste manejo proporciona vantagens como redução do custo de produção,

controle do consumo da cria e produção da cabra, indução precoce do consumo de alimentos sólidos, desmame precoce, reduz a perda de crias por enjuntamento ou parto múltiplos, além da prevenção de doenças transmissíveis pelo leite, como a artrite encefalite caprina a vírus e a micoplasmose.

O sucedâneo de boa qualidade geralmente possui elevada proporção de produtos lácteos em sua composição, porém, nem sempre atende totalmente as exigências nutricionais dos cabritos e cabritas (ESPECHIT, 2003). O autor destaca ainda que a adição de ingredientes externos, protéicos e energéticos, no intuito de melhorar o perfil nutricional do alimento tem se tornado uma prática entre fabricantes de sucedâneo comercial, redundando em produto mais barato por utilizar fontes nutricionais não-lácteas. Porém, prevalece a premissa de que tais alimentos não podem influenciar negativamente a fisiologia gastrointestinal dos animais, impactando diretamente no desempenho animal.

## **2.2. Desenvolvimento do sistema digestivo de cabritos**

O sistema digestivo de ruminantes passa por diversas transformações durante sua vida inicial. Ao nascer, as crias são ruminantes não funcionais, se semelhando anatomicamente aos monogástricos (CHURCH, 1993). Os pré-estômagos são pequenos sem presença de microrganismos, com papilas ruminoreticulares e folhas omasais apresentando formas iniciais de desenvolvimento (DUKES, 2006).

A dieta exclusivamente líquida promove pequeno efeito no desenvolvimento dos compartimentos rúmen e retículo, estimulando o fechamento da goteira esofágica e não permitindo a entrada de alimento sólido nos pré-estômagos, passando diretamente ao abomaso. O crescimento anatômico dos mesmos é interdependente da idade dos animais bem como o tipo de alimento fornecido (CUNNINGHAM, 2004).

Por outro lado, o consumo de alimento sólido nas primeiras semanas de vida é o fator fundamental para a transição de pré-ruminantes para o ruminante adulto. Furlan et al. (2006) relataram que bezerros alimentados com dieta rica em concentrado na fase inicial, tem o tamanho do complexo rúmen-retículo maior, quando comparado com animais alimentados somente com forragem, sendo adaptativa a capacidade de desenvolvimento dos pré-estômagos em razão da dieta. A ingestão de alimento sólido, principalmente fibroso, na fase inicial, acelera a colonização de microrganismos no rúmen-retículo, apresentando características,

proporções, frequências e formas de ciclos de motilidade da vida adulta ao final de oito semanas (DUKES, 2006).

### **2.3. Glicerina bruta no metabolismo e alimentação animal**

A energia tornou-se, no cenário atual, um fator fundamental para o desenvolvimento dos países, haja vista a dependência no emprego de tecnologias promotoras do desenvolvimento socioeconômico local. Entretanto, do total da energia consumida em todo o mundo, cerca de 90% provém de fonte fóssil, sendo esta esgotável. Com isso, vislumbra-se cada vez mais a necessidade em se pesquisar e desenvolver novas fontes alternativas de energia, tal como o biodiesel, como forma de ampliar e diversificar a oferta energética, de maneira ambientalmente sustentável (SOUSA et al., 2006).

O biodiesel é definido como um mono-álquil éster de ácidos graxos, derivado de fontes renováveis, tais como óleos vegetais e gorduras animais, obtido através de um processo de transesterificação de óleos vegetais com alcoóis (metanol ou etanol) a partir da catálise básica, utilizando o hidróxido de sódio ou potássio como catalisadores ou ainda pela esterificação desses materiais na presença de catalisadores ácidos, na qual ocorre a transformação de triglicerídeos em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos, e tendo como subproduto a glicerina bruta (Figura 1), com teores de pureza variando de 80 a 95 % (SOUSA et al., 2006) e sendo utilizada tanto no consumo humano (TOOHEY et al., 2014), como em indústria de cosméticos e farmacêutica (DONKIN e DOANE, 2007; LAGE et al., 2010).

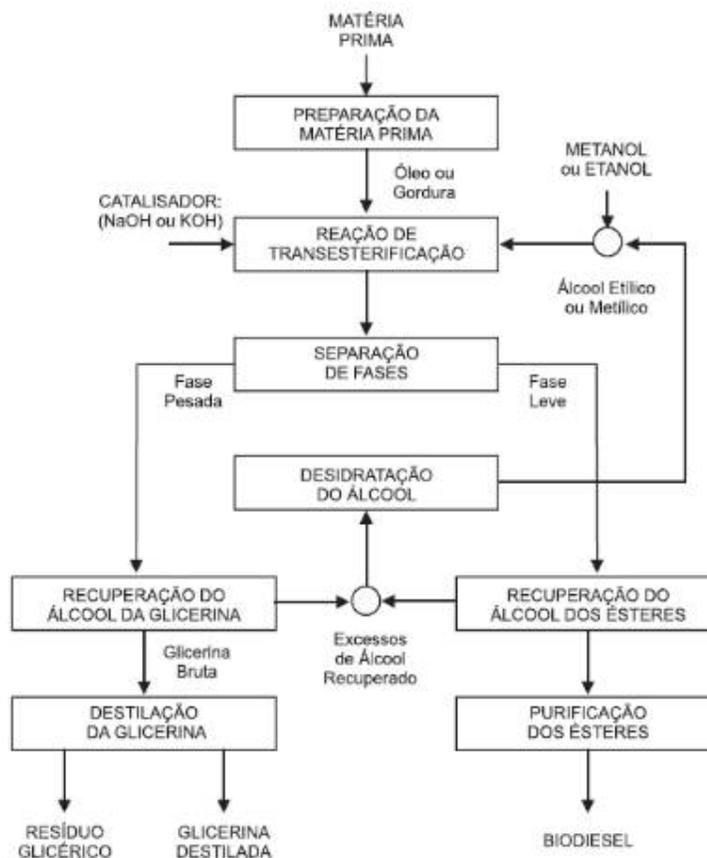


Figura 1 Reação de transesterificação para a produção de biodiesel.  
Fonte: Parente (2003)

O processo de purificação consiste na retirada das impurezas, como água, catalizadores, ácidos graxos e metanol. Como este processo de purificação é de elevado custo, uma das formas de utilização deste coproduto é na alimentação animal, pelo seu menor custo, disponibilidade no mercado e por apresentar alto valor energético podendo substituir os concentrados energéticos, diminuindo os custos na fase de terminação, sem prejudicar o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne dos animais (PELLEGRIN et al., 2012). De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2013), a glicerina bruta, para ser utilizada na alimentação animal como ingrediente de rações, deve conter no máximo 150 ppm de metanol, 12% de umidade e, no mínimo, 80% de glicerol (SILVA, 2010).

A glicerina bruta é composta principalmente por glicerol (ou ou propano-1, 2, 3-triol), composto orgânico pertencente à função álcool. É líquido à temperatura ambiente (25°C), higroscópico, inodoro, viscoso e de sabor adocicado (IUPAC, 1993). Sua absorção é dada diretamente através do epitélio ruminal (RÉMOND et al. 1993) ou fermentado a ácidos

graxos de cadeia curta no rúmen, metabolizado no fígado e convertido em glicose (BERGNER et al. 1995).

De acordo com Garton et al. (1961), o glicerol presente no ambiente ruminal é convertido principalmente a ácido propiônico e em estudos mais recentes Zawadski et al. (2010) verificaram que o glicerol também pode ser convertido a ácido acético e butírico. O glicerol fermentado no rúmen é convertido a propionato e ao ser absorvido pela corrente sanguínea será metabolizado no fígado, sendo a principal via metabólica do ciclo do ácido carboxílico, onde o succinil-CoA após reações bioquímicas origina o oxaloacetato e este é convertido a fosfoenolpiruvato, que será utilizado para a formação de glicose na via gliconeogênica (ZAWADSKI et al., 2010).

O glicerol absorvido pelo epitélio ruminal, será convertido à glicose no fígado e a enzima glicerolquinase converte glicerol e ATP em glicerol-3-fosfato e ADP à triose fosfato, direcionando o glicerol para a gliconeogênese (KREHBIEL, 2008). O glicerol também poderá ser utilizado para a síntese de gordura, através da ação da enzima glicerolquinase, sendo o glicerol livre fosforilado no fígado a glicerol-3-fosfato e destinado à formação de gordura. O direcionamento do glicerol para a formação de gordura só ocorrerá em função das concentrações adequadas de glicose circulante, resultando em aumento da deposição de gordura (ZAWADSKI et al., 2010).

Devido ao processo de fabricação e a tecnificação utilizada pelas indústrias, a glicerina bruta pode sofrer variação na composição, podendo cada lote apresentar uma composição diferente (SILVA, 2010). Essas variações na composição são devidas à qualidade da matéria prima que dará origem ao biodiesel, variando desde óleos vegetais a gorduras animais, reutilizadas ou não.

#### **2.4. Glucose industrial e seu emprego na alimentação animal**

A glucose industrial, ou simplesmente glucose, é um sacarídeo derivado do amido podendo se encontrada na forma aquosa ou em pó, ambas concentradas, sendo geradas a partir da hidrólise ácida e/ou enzimática ( $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase e glucoamilase) de fontes ricas nesse carboidrato, em especial o milho (HULL, 2010). Antes da conversão à glicose ser iniciada o amido deve ser separado dos demais componentes da planta para posterior fragmentação, hidratação e ação hidrolítica (HULL, 2010).

A glucose apresenta certas características básicas tais como: matéria seca não inferior a 70%; dextrose equivalente não inferior a 20%; e teor de proteína não superior a 0,1%. A dextrose equivalente mensura a proporção de açúcares reduzidos presentes em um produto e assim, considera-se que o amido apresenta dextrose equivalente igual a 0%; a maltose apresenta dextrose equivalente igual a 52%; e a glicose, produto final da hidrólise do amido, possui dextrose equivalente de 100% (HULL, 2010). A glucose utilizada na produção animal apresenta valores oscilando entre 38 e 40% de dextrose equivalente, sendo o restante composto por maltose e oligossacarídeos que não foram hidrolisados completamente no processo produtivo.

Fisicamente, a glucose pode apresentar alta viscosidade, quando em solução aquosa, dificultando o seu processamento, ou alta higroscopia na apresentação do material em pó, facilitando o processamento, porém dificultando o armazenamento. No entanto, devido as suas características químicas favoráveis, onde a glicose e maltose perfazem grande parte da matéria seca, a glucose tem sido estudada em diversas áreas, como na medicina humana (MUCKLE, 1973), na dieta líquida de suínos (OLIVER et al., 2002) e bezerros (FLIPSE et al., 1950; VELLU, et al., 1960). Por outro lado, não há na literatura trabalhos que estudaram especificamente a inclusão do mesmo no sucedâneo reconstituído na fase de cria de caprinos, estando presente apenas em trabalhos sobre clínica veterinária, como componente básico da solução utilizada para fluidoterapia oral de ruminantes não funcionais (NAPPERT et al., 1997). Uma possível explicação para tal pode ser decorrente do preço relativamente elevado, uma vez que é largamente utilizado na indústria de alimentação humana, como adoçante ou estabilizante.

### 3. Referencias Bibliográficas

- BERGNER, H. et al. In vitro studies on glycerol transformation by rumen microorganisms. *Arch. Tierernahr.* v. 48, p. 245-256, 1995.
- BRANCO, R.S. *Desempenho de caprinos alimentados com fontes protéicas não-lácteas substituindo o leite de cabra.* 2001. 141p. (Dissertação de mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CARVALHO, G. R.; HOTT, M. C.. O mercado mundial de leite de pequenos ruminantes. IN: Fonseca, J.F., Bruschi, J.H., Martins, C.H. **Produção de caprinos na Região da Mata Atlântica.** Coronel Pacheco, Embrapa Caprinos e Ovinos, 2009.
- CHURCH, D.F. **El Ruminante: fisiología digestiva y nutrición.** Zaragoza: Acribia, 1993. 641p.

- CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 579 p.
- DONKIN, S.S.; DOANE, P. Glycerol as a feed ingredient in dairy rations. In: TRISTATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 2007, Ohio. **Proceedings...** Ohio, p. 97-103, 2007.
- DUKES, H.H. **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006, 926p.
- ESPECHIT, C.J.B. *Desenvolvimento ponderal e do estômago de cabritos submetidos a dietas com feno e concentrado*. 2003. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acessado em 01 mai 2011.
- FLIPSE, R.J., HUFFMAN, C.F., WEBSTER, H.D., DUNCAN, C.W. Carbohydrate utilization in the young calf. I. Nutritive value of glucose, corn syrup and lactose as carbohydrate sources in synthetic milk. *J. Dairy Sci.*, Champaign, v.33, p.548-556, 1950.
- FURLAN, R.L., MACARI, M., FARIA FILHO, D.E. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. In: BERCHIELLI, T.T., PIRES, A.V., OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p.151-182, 583p., 2006.
- GARTON, G.A.; LOUCH, A.K.; VIOQUE, E. Glyceride hydrolysis and glycerol fermentation by sheep rumen contents. *J. Gen. Microbiol.*, v.25, p. 215-225, 1961.
- HULL, P. **Glucose Syrups: Technology and Applications**. Oxford, UK:Wiley-Blackwell, 2010. 368p.
- IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil/tabela9brasil.shtm>. Acessado dia 28 de janeiro de 2015.
- KNUPP, L.S., *Alternativas ao leite de cabra no aleitamento de cabritos*. 2012. 61p. (Dissertação de mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- KREHBIEL, C.R. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. *J. Anim. Sci.*, v.86, p.392, (E-Suppl. 2), 2008.
- LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.R.; PEREIRA, L.G.R.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, A.S.; DETMANN, E.; SOUZA, N.K.P.; LIMA, J.C.M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 45, n. 9. Brasília 2010.
- MEDEIROS, A.N. *Efeito do sistema de aleitamento sobre o desempenho de caprinos*. 1996. 62p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade de Pernambuco, Recife, PE.
- MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTACIMENTO, MAPA. Instrução normativa n° 15, de 29 de Outubro de 2003. Publicado no Diário Oficial da união de 30/10/2003. Seção 1, p.78. Disponível em <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)> Acesso em 25/01/2015.
- MUCKLE, D.S. Glucose syrup ingestion and team performance in soccer. *Brit. J. Dairy Sci.*, Champaign, v.63, p.1869-1878, 1980.

- NAPPERT, G.; ZELLO, G.A.; NAYLOR, J.M. Oral rehydration therapy for diarrheic calves. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v.19, n.8, 1997, p.S181-9.
- OLIVER, W.T., MATHEWS, S.A., PHILLIPS, O., JONES, E.E., ODLE, J., HARREL, R.J. Efficacy of partially hydrolyzed corn syrup solids as a replacement for lactose in manufactured liquid diets for neonatal pigs. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.80, p.143-153, 2002.
- PARENTE, E.J., **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza, TECBIO, 2003, 66p.
- PELEGRIN, A.C.R.; PIRES, C.C.; CARVALHO, S.; PACHECO, P.S.; PELEGRIN, L.F.V.; GRIEBLER, L.; VENTURINI, R.S. Glicerina bruta no suplemento para cordeiros lactentes em pastejo de azevém. *Ciê. Rural*, v.42, n. 8, p. 1477-1482, 2012.
- PERES, J.R. Bezerras e os substitutos do leite. *Balde Branco*. São Paulo, 34, p.34-38, 1998.
- RAMOS, J.L.F.; COSTA, R.G.; MEDEIROS, A.N. Productive performance of goats submitted to different periods of suckling. *Rev. Bras. Zootecn.* v.33, n.3, p.684-690, 2004.
- RÉMOND, B. et al. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by rumen microbes. *Anim. Feed Sci. Technol.*, V. 41, p. 121-132, 1993.
- RIBEIRO, S.D.A. **Caprinocultura: criação racional de caprinos**. 1a ed. São Paulo:Nobel, 2003. 318p.
- SILVA, R.R.; PRADO, I.N; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; ALMEIDA, V.V.S.; JÚNIOR, H.A.S.; PAIXÃO M.L.; FILHO, GA. Níveis de suplementação na terminação de novilhos nelore em pastagens: aspectos econômicos. *Rev. Bras. Zootecn.*, v.39, n.9, p.2091-2097, 2010.
- SOUSA, G. S.; PIRES, M. M.; ALVES, J. M. *Estudo da viabilidade econômica e do risco de se produzir biodiesel em sistema de produção contínua na Bahia*. In: XII Seminário de Iniciação Científica da UESC, 2006, Ilhéus. *Anais...* Ilhéus: PROPP/UESC, 2006. p. 434-435.
- TOOHEY, D.E.; JAYANATH, A.; CRASE, L. **Pre-feasibility study into biodiesel opportunity**. Disponível em: <http://www.napswq.gov.au/publications/books/prattwater/working-papers/pubs/biodiesel.pdf>. [Acesso em: 15 de Janeiro de 2014].
- VELU, J.G., KENDALL, K.A., GARDNER, K.E. Utilization of various sugars by the young dairy calf. *J.Dairy Sci.*, Champaign, v.43, p.546-552, 1960.
- ZAWADSKI, F.; VALERO, M.V.; PRADO, I.V. Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte. In: Prado, I.N. (Organizador). **Produção de Bovinos de Corte e Qualidade da Carne**. Maringá: Eduem, 2010.

## **Capítulo II - Consumo e digestibilidade, histomorfometria de papilas ruminais, desempenho e desenvolvimento corporal de cabritos Saanen lactentes alimentados com glicerina bruta veiculado no sucedâneo**

**Resumo:** Avaliou-se a inclusão percentual de glicerina bruta (0, 1,75, 3,50 e 5,25) no sucedâneo reconstituído, na dieta de caprinos. Utilizaram-se 30 cabritinhos Saanen, não castrados, não descornados, com peso médio de  $14,36 \pm 2,85$  kg, alojados em gaiolas metabólicas individuais, em delineamento inteiramente casualizado. Os coeficientes de digestibilidade foram obtidos por coleta total de fezes. A inclusão de glicerina bruta influenciou de forma linear apenas os consumos de proteína bruta (PB), energia bruta (EB) e água. A digestibilidade da fibra em detergente ácido elevou-se com o aumento dos níveis energéticos, enquanto a digestibilidade da proteína tendeu a um comportamento quadrático. Na histomorfometria, foram adotados como parâmetros a serem avaliados o número de papilas por  $\text{cm}^2$  de tecido, altura de papila, largura, espessura, distancia entre papilas e área absorptiva total. Os níveis de inclusão estudados não afetaram o desenvolvimento do tecido ruminal, independente da porção local coletada. Inclusão de glicerina influenciou de forma cúbica tanto CMS quanto GPD. Avaliando em função da idade dos animais, tanto CMS quanto GPD demonstraram comportamento quadrático. As medidas biométricas apresentaram resposta linear para o alimento energético testado.

Palavras Chave: caprinos, consumo, glicerol, desempenho, morfometria de tecido ruminal, nutrição, sucedâneo, consumo, cabritinhos,

### **1. Introdução**

Entre os fatores que contribuem para os baixos índices de produção e desempenho no crescimento de caprinos, na fase de cria, destaca-se a baixa qualidade de nutrientes dos alimentos utilizados na fase em questão, levando o animal a uma subnutrição (DIAS et al., 2008). Apesar do baixo consumo de leite dos cabritos, durante essa fase, a dependência de alimentos de alta qualidade onera o custo, principalmente em se tratando do leite de cabra, que representa a maior fonte de renda da atividade em si por possuir elevado valor agregado, não se desprezando as altas taxas mortalidade na fase de cria.

A busca por alternativas alimentares que possam garantir atingir as necessidades nutricionais de manutenção e crescimento dos animais, e que possuam baixo custo são bem vindas para o sistema produtivo como um todo, sendo um constante desafio aos nutricionistas (ESPECHIT, 2003). Os co-produtos originados do biodiesel, tal como a glicerina bruta, e dextroses derivadas do amido, são alternativas cada vez mais pesquisadas pelos nutricionistas para obtenção de melhores resultados a custo favorável, em sistemas de produção (HULL, 2010; LAGE, 2010).

O glicerol ou propano-1, 2, 3-triol, vulgarmente conhecido como glicerina bruta, é um composto orgânico pertencente à função álcool proveniente da transesterificação de óleos animais e vegetais para a produção de biodiesel. É líquido à temperatura ambiente (25°C), higroscópico, inodoro, viscoso e de sabor adocicado (GONÇALVES, et al., 2006). No rúmen o glicerol pode seguir duas rotas metabólicas: (1) absorção direta pelo epitélio da parede ruminal (RÉMOND et al. 1993) ou (2) transformação em ácidos graxos voláteis (AGV) pelas bactérias ruminais, principalmente o ácido propiônico (BERGNER et al. 1995). Após chegar ao fígado, através da corrente sanguínea, tanto o glicerol como o propionato são transformados em glicose por gliconeogênese ou oxidados para produção de energia para o metabolismo celular via glicólise e ciclo de Krebs (KREHBIEL, 2008).

Nesse sentido, objetivou avaliar o uso de glicerina bruta como ingredientes de sucedâneos na dieta de caprinos como alternativa energética de alto valor biológico e de custo acessível, para favorecimento do consumo e digestibilidade, desenvolvimento de papilas ruminais, desempenho e desenvolvimento corporal de caprinos machos lactentes.

## **2. Material e Métodos**

O ensaio foi conduzido na Fazenda Capril Tri-Queda, Coronel Pacheco-MG, sendo realizado entre os meses de janeiro de 2014 a junho do mesmo ano, seguindo normas em acordo com projeto submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, número de registro CETEA 197/10.

Foram utilizadas 30 cabritinhos da raça Saanen, em aleitamento, 2 meses de idade e peso entre  $14,36 \pm 2,85$ kg. Os animais foram pesados, identificados, vermifugados além de receberem medicamento coccidiostático para controle de endoparasitoses. Realizados os procedimentos acima, os animais foram alojados aleatoriamente em gaiolas metabólicas individuais previamente limpas e desinfetadas, providas de cocho para alimento, cocho para

sal e bebedouro, e um conjunto para coleta seletiva de excretas composto por caixa plástica e balde cortado em bisel coberto por tela.

Os animais foram divididos em sete grupos de cinco cabeças, utilizando-se como critério para formação dos grupos o peso vivo, condição corporal e fenótipo, na respectiva ordem de importância. Cada grupo foi então destinado a receber glicerina bruta adicionada ao sucedâneo Lacthor<sup>®</sup> (Controle, Glicerina 1,75, 3,25 e 5,25% da inclusão no sucedâneo reconstituído). Desta forma, formou-se um delineamento inteiramente casualizado.

### Dietas experimentais

A ração experimental foi formulada baseada na dieta fornecida pela propriedade em questão, sendo estimada para ganho para 200g/dia para cabritos, obtida pelo modelo NRC (NRC, 2007). A quantidade ofertada foi ajustada semanalmente de acordo com o consumo dos animais, sendo o fornecimento de sucedâneo fixo em 1 litro por animal/dia, independente das sobras, ambas porções sólida e líquida fornecidas duas vezes ao dia. Sal mineral (sal mineral para caprinos 1:2 sal branco) e água foram fornecidos à vontade, sendo o consumo de água medido diariamente.

A composição bromatológica e centesimal dos alimentos utilizados, das dietas experimentais e do sucedâneo utilizado durante todo o período experimental se encontram na tabela 1, 2, 3 respectivamente.

Tabela 1 Composição bromatológica dos ingredientes das dietas em base de matéria seca

	MS	MM*	PB*	EB	FDN*	FDA*	EE*	Ca*	P*
Feno	92,14	4,35	7,67	3918,02	75,16	38,56	2,87	0,89	1,69
Milho	89,14	1,03	9,12	4470,34	13,00	3,17	5,34	0,13	2,06
Polpa cítrica	89,21	6,72	6,45	3986,53	23,69	16,61	3,64	17,82	1,26
Fa. Soja	88,89	6,75	52,51	3793,24	15,65	8,07	5,51	0,33	0,57
Glicerina*	70,09	8,18	0,08	2344,90	-	-	27,40	-	-
Sal	98,00	100,00	-	-	-	-	-	-	-
Sal Mineral	98,00	100,00	-	-	-	-	-	15,81	8,67
F. Bicálcio	98,00	100,00	-	-	-	-	-	24,34	18,78
Bicarbonato	98,00	100,00	-	-	-	-	-	-	-
Calcário	98,00	100,00	-	-	-	-	-	38,42	0,21

\* Grau de pureza de 70%.

Tabela 2 Composição centesimal e bromatológica da dietas experimental

<b>Ingredientes</b>	
Feno	30,00
Milho	52,50
Polpa cítrica	5,08
Farelo de Soja	10,50
Sal	0,35
Sal Mineral	0,70
Fosfato Bicálcio	0,17
Bicarbonato	0,35
Calcário Calcítico	0,35
<b>Nutrientes</b>	
MS*	90,18
PB*	12,93
EB	4122,95
FDN*	32,22
FDA*	14,92
EE*	4,43
Ca*	1,56
P*	1,81

\*= Com base na MS, MS= Matéria seca, PB= Proteína Bruta, FDN= Fibra em detergente neutro, FDA= Fibra em detergente ácido, Ca= Cálcio, P= Fósforo; em percentual. EB= Energia Bruta; em Kcal/g

Tabela 3 Composição centesimal e bromatológica dos sucedâneos contendo glicerina bruta

<b>Ingrediente</b>	<b>Glicerina</b>			
	<b>0</b>	<b>1,75</b>	<b>3,5</b>	<b>5,25</b>
Lactor	12,3	12,3	12,3	12,3
Glicerina	-	2,47	4,83	7,2
Água	87,7	85,2	82,8	80,5
<b>Nutriente</b>				
MS*	12,32	13,55	14,77	16,00
PB*	21,73	19,77	18,14	16,75
EB	543,64	584,68	625,71	666,75
Fibra*	2,11	1,91	1,76	1,62

\*= Com base na MS, MS= Matéria seca, PB= Proteína Bruta, FB= Fibra Bruta, em percentual. EB= Energia Bruta; em Kcal/g

### Consumo e Digestibilidade

O início do experimento se deu 45 dias após o nascimento dos animais, sendo 15 dias após início da ingestão de alimento sólido. Estes foram então submetidos a mais 15 dias de adaptação experimental, gaiola e dietas, e posterior cinco dias de coleta. Foram amostradas porções individuais da ração e das sobras do dia anterior de cada animal antes da primeira refeição, sendo estas pesadas, homogeneizadas, e retiradas porções de 10% do seu peso e acondicionadas em câmara fria, para posteriores análises laboratoriais.

A produção de fezes foi recolhida dos coletores diariamente, sendo registrado o peso e amostrada individualmente uma alíquota de 20% sobre a quantidade total de fezes encontrada, a qual foi acondicionada em câmara fria a  $-20^{\circ}\text{C}$  dentro sacos plásticos devidamente identificados. A produção de urina também foi realizada diariamente durante o período de coleta. Para sua mensuração foram adicionados aos baldes coletores 100 mL de ácido sulfúrico (HCl, 2N) na véspera de cada colheita, evitando-se assim possíveis processos fermentativos e perda de amônia por volatilização. O volume total de líquido foi filtrado em papel de filtro por duas vezes, amostrado em alíquota fixa de 100mL do volume total, para então ser mensurado o peso e o volume da urina. A alíquota de urina foi acondicionada em câmara fria a  $-20^{\circ}\text{C}$  dentro de potes plásticos individuais devidamente identificados.

No final do experimento foram feitas amostras compostas das sobras de alimento, fezes e urina coletadas, por animal, sendo estas identificadas, acondicionadas devidamente em sacos e ou potes plásticos, e armazenadas em câmara fria ( $-20^{\circ}\text{C}$ ).

As amostras das rações, sobras e fezes foram descongeladas à temperatura ambiente, para proceder-se a pré-secagem. Posteriormente as amostras foram moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm e acondicionadas em recipientes plásticos para futuras análises.

Para as determinações da matéria seca, matéria mineral, matéria orgânica e proteína bruta do material analisado, seguiu-se a metodologia proposta por AOAC (1997). A quantificação da FDN, FDA, utilizou-se a metodologia descrita por *Van Soest et al.*(1991).

As determinações dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido e energia bruta foram feitas a partir da seguinte fórmula:  $[(\text{Consumo do nutriente em gramas} - \text{quantidade em gramas do nutriente nas fezes})/\text{Consumo do nutriente em gramas}]/100$ , segundo Berchielli, et. al. (2006).

A energia bruta dos alimentos oferecidos, sobras, fezes e urina foram determinadas em calorímetro adiabático tipo PARR 2081. Para análise da urina, houve prévia desidratação em recipientes plásticos em estufa ventilada a  $65^{\circ}\text{C}$ , para permitir a sua combustão na bomba calorimétrica. A determinação da energia digestível foi feita através da diferença da energia bruta (EB) dos alimentos oferecidos menos a EB das sobras, menos a EB das fezes. Para o cálculo da energia metabolizável utilizou-se a fórmula de Blaxter e Clapperton (1965), onde a produção de metano foi estimada pela equação:  $C_m = 3,67 + 0,074 D$ , onde  $C_m$  = produção de metano em Kcal/100 Kcal de energia consumida e  $D$  = digestibilidade aparente da energia bruta do alimento. A energia metabolizável foi então estimada através da diferença entre energia digestível, menos energia da urina, menos produção estimada de metano.

### Histomorfometria de papilas ruminais

Os procedimentos de abate tiveram início quando os animais atingiram em média 84 dias de idade e peso vivo médio de 15 kg. Os animais eram pesados, abatidos e eviscerados conforme consta no protocolo CETEA 197/10. Na região da incisão, o esôfago foi amarrado com barbante para evitar saída de líquido ruminal. Realizou-se a evisceração através de corte único na região mediana do abdômen, iniciando-se na região do púbis em sentido ao esterno. As vísceras, órgãos abdominais, torácicos, cervicais (traquéia e esôfago) e língua foram retirados em etapa única e armazenados em caixa plástica para separação em bancada. Os procedimentos com as vísceras iniciou-se com ligadura dupla do trato digestivo nas regiões do cárdia, duodeno proximal e reto. Nas duas primeiras, realizou-se secção do conduto alimentício entre as ligaduras para obtenção do estômago total, composto de rúmen, retículo, omaso e abomaso, devidamente separado do baço e omento. O estômago total foi pesado cheio e depois separado por ligaduras nas junções rúmen-retículo, omaso e abomaso, sendo estes pesados cheios e depois vazios. Feito isto, foram identificados, conforme Getty (2000), os sacos cranial e ventral, os quais foram amostrados (cerca de 10cm<sup>2</sup>) para análise de morfologia de papilas. Com o material amostrado do saco ventral e cranial do rúmen procedeu-se a contagem e análise de morfologia das papilas ruminais. Cada fragmento, assim que coletado, foi imerso em solução tampão fosfato (PBS) e formol, conforme preconizado por Daniel et al. (2006), onde foi resfriado a -4°C em câmara fria. Para a contagem de papilas, as amostras do saco cranial e ventral de cada animal foram estendidas e fixadas em plataforma lisa onde foram realizadas seqüências de fotos utilizando uma régua graduada como parâmetro de comparação (Fig. 2).

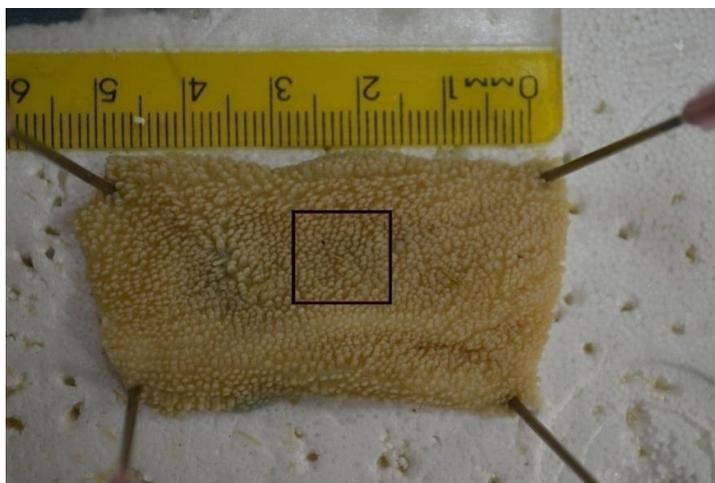


Figura 2 Representação gráfica da contagem de papilas realizadas com auxílio do *software* UTHSCSA *ImageTool*

Para as análises morfológicas o tecido amostrado foi levado ao Laboratório de Histopatologia do Departamento de Clínica da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, onde foram geradas lâminas para microscopia. Essa foi ampliada por um foto-microscópio, sendo então mensurados altura, largura, comprimento, distância entre papilas, espessura e área, conforme demonstrado na Figura 3. O valor médio de cada variável obtido a partir da mensuração das doze papilas foi registrado para análise estatística, representando o fragmento como um todo.

Para cálculo da área absorptiva por  $\text{cm}^2$  foi utilizada a equação 1:

$$A_{abs} = ((N \times a) \times 2) - (N \times (L \times E)) \quad (1)$$

Onde:

$A_{abs}$  = Área absorptiva em  $\text{cm}^2$ ;

$N$  = Contagem de papilas em número/ $\text{cm}^2$ ;

$a$  = Área em  $\text{cm}^2$ ;

$L$  = Largura da base em cm;

$E$  = espessura em cm.

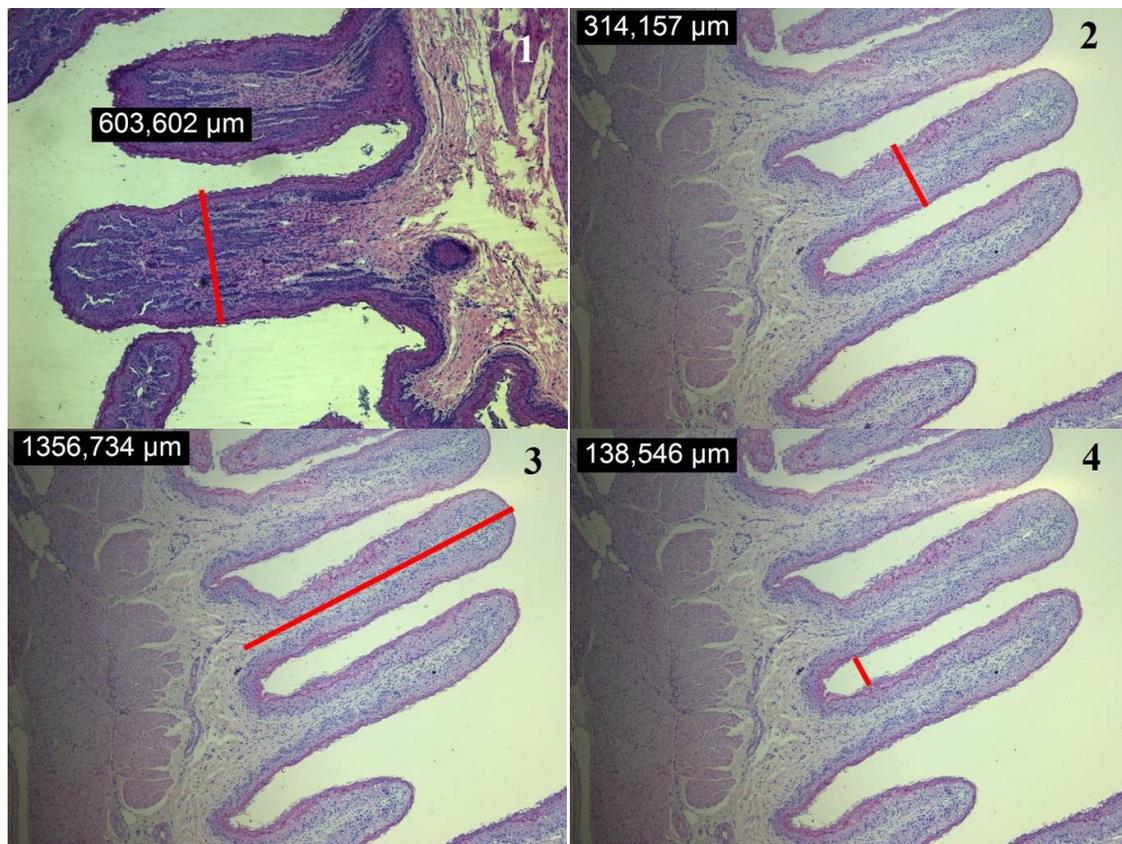


Figura 3 Papilas ampliadas e representação gráfica das mensurações realizadas com auxílio do Foto-Microscópio. 1) Largura, 2) Espessura, 3) Altura, 4) Distância

### Desempenho e Desenvolvimento Corporal

Ao nascimento dos animais e a cada 14 dias foram realizadas pesagens pela manhã, antes da primeira refeição, após 12 h de jejum de sólidos e dieta líquida, sendo avaliado o ganho de peso diário (GPD), calculado com a diferença entre o peso vivo inicial (PVI) e o peso vivo final (PVF) dividido pelo intervalo entre as coletas (IC) ( $GPD = (PVF - PVI)/IC$ ).

As verificações biométricas tiveram início aos 30 dias de idade dos animais, posteriormente à pesagem, a cada quatorze dias, utilizando fita métrica flexível e hipômetro de PVC para determinar: 1- Altura de cernelha (AC), 2- Profundidade do anterior (Pa), 3- Altura da perna anterior (APa), 4- altura de garupa (AG), 5- Profundidade do posterior (Pp), 6- Altura da perna posterior (APp), 7- Largura do peito (LP), 8- Comprimento corporal (CC), 9- perímetro torácico (PT), 10- comprimento de paleta (Cpa), 11- comprimento de pernil (Cpe), 12- Perímetro da paleta (Ppa), 13- Perímetro de pernil (Ppe), de acordo com Osório et al. (1998) (Figura 4 e 5). Todas as medidas foram tomadas com os animais dispostos em superfície horizontal e plana e sempre pela mesma pessoa.



Figura 4. Hipômetro de PVC confeccionado a partir de tubos e conexões

Concomitantemente, medidas ultrassonográficas foram realizadas da área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura subcutânea por ultra-som (EGC). O equipamento utilizado foi um ultra-som ALOKA SSD 500, com transdutor linear de 3,5 MHz. Antes da captação das imagens por ultra-som, procedeu-se tricotomização e limpeza da região entre a 12a e 13a vértebras torácicas do lado esquerdo do animal.



Figura 5 Esquema das medidas biométricas avaliadas empregadas nos cabritinhos

### Analise Estatística

Para consumo e digestibilidade adotou-se um delineamento inteiramente casualizado utilizando-se o teste SNK a nível de 5% de probabilidade na análise de variância, empregando-se o programa estatístico SAEG 9.1 (2007), procedeu-se o teste de correlações, bem como a avaliação dos seus modelos pré definidos para determinação das equações, lineares e não lineares que melhor explicassem as respostas em cada variável estudada.

Para comparação das médias relativas à morfologia e contagem de papilas utilizou-se delineamento em blocos casualizados em arranjo fatorial (2 x 4), sendo o local de amostragem (saco cranial *versus* ventral) analisado como efeito de bloco, e o teste elencado o SNK.

$$Y_{ij} = m + C_i + L_j + CL_{ij} + e_{ij}$$

Onde:

$m$  = média geral da variável analisada;

$C_i$  = concentração de glicerina incorporadas ao sucedâneo;

$L_j$  = efeito do local anatômico da amostragem;

$CL_{ij}$  = efeito da interação concentração da glicerina com local da amostragem;

$e_{ij}$  = erro residual aleatório.

Para desempenho e desenvolvimento corporal adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 5 (quatro níveis do alimento energético x 5 dias de prova), utilizando-se o teste SNK a nível de 5% de probabilidade na análise de variância, empregando-se o programa estatístico SAEG 9.1 (2007), procedeu-se o teste de correlações, bem como a avaliação dos seus modelos pré definidos para determinação das equações, lineares e não lineares que melhor explicassem as respostas em cada variável estudada.

### 3. Resultados e discussão

Os resultados para consumo de matéria seca, matéria orgânica e matéria mineral, bem como seus valores de digestibilidade e retenção estão apresentados na tabela 4. A inclusão de glicerina, independente da quantidade utilizada no sucedâneo, não alterou as ingestões de MS ou MO ( $P < 0,05$ ).

Abassi et al. (2012), trabalhando com cabritos Kamori, observaram ligeiro aumento da ingestão de MS com o decréscimo da energia da dieta, respostas também observadas por Shahjalal et al. (1992), ao trabalhar com diferentes níveis de energia na dieta de caprinos Angorá. Em contraste, Sayed (2009) observou baixos níveis de ingestão com maior ganho de peso vivo em cabritos alimentados com dietas com alto teor de energia.

Pequenos ruminantes têm a capacidade de adaptação às mais diversas condições de alimentação, manejo e ambiente, modificando seus parâmetros de comportamento ingestivo para alcançar e manter determinado nível de consumo compatível com as exigências nutricionais (SILANIKOVE, 1992; CARDOSO et al., 2006). Aparentemente este efeito de saciedade química pelo aumento da densidade energética da dieta não obteve efeito sobre a redução do consumo dos animais, dentro dos níveis de inclusão estudados.

Tabela 4 Consumo de matéria seca (CMS) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMSPV), em gramas/kg<sup>0,75</sup> (CMSPM), digestibilidade da matéria seca (DIGMS) consumo de matéria mineral (CMM) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMMPV), em gramas/kg<sup>0,75</sup> (CMMPM), retenção de matéria mineral (RETMM), consumo de matéria orgânica (CMO), em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMOPV), em gramas/kg<sup>0,75</sup> (CMOPM), e digestibilidade da matéria orgânica (DIGMO) em função das inclusão de glicerina bruta

	Glicerina				
	0	1,75	3,5	5,25	CV
CMS	320,77	329,27	316,36	345,44	24,472
CMS %PV	2,29	1,94	2,46	2,07	22,94
CMSPM	44,32	39,46	46,40	41,85	23,37
DIGMS%	65,29	64,64	66,66	70,39	12,17
CMO	302,49	314,46	295,10	324,48	25,59
CMO%PV	2,16	1,86	2,29	1,95	23,72
CMOPM	41,82	37,75	43,26	39,27	24,19
DIGMO%	67,30	65,74	68,09	72,01	12,58

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.

CV = coeficiente de variação.

Os resultados para consumo e digestibilidade da proteína bruta se encontram na tabela 5. A redução da quantidade de proteína bruta, de certa forma, esperada, uma vez que o balanceamento das dietas experimentais propunham tal redução gradativa dentre os tratamentos em si.

Tabela 5 Consumo de proteína bruta (CPB) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CPBPV), em gramas/kg<sup>0,75</sup> (CPBPM), consumo de proteína bruta digestível (CPBDIG) em gramas e digestibilidade da proteína bruta (DIGPB) em porcentagem em função da inclusão de glicerina bruta

	Controle		Glicerina		
	0	1,75	3,50	5,25	CV
CPB	59,39	59,65	53,10	53,49	15,01
CPB%PV	0,42	0,35	0,41	0,32	14,17
CPBPM	8,23	7,15	7,74	6,48	14,94
CPBDIG	37,23A	35,03A	33,26B	32,27B	12,93
DIGPB%	62,79	58,92	63,01	60,53	10,39

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.

CV = coeficiente de variação.

Os dados demonstram uma queda no consumo da proteína bruta digestível (CPBDIG) em função do maior acréscimo de glicerina bruta na dieta. A degradação de alimentos em ruminantes funcionais ou semi-funcionais dependem de um sinergismo entre substrato e status energético microbiano, onde a eficiência de degradação da proteína alimentar e síntese de proteína microbiana pode interferir na quantificação do CPBDIG. Um excesso de produção de massa microbiana pode ser causado por um excessivo aporte energético da dieta, fazendo com que essa proteína passe pelo trato digestivo sem ser absorvida (Van SOEST, 1994).

Os dados referentes ao consumo e digestibilidade de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) são apresentados na tabela 6. Consumos de FDN e FDA apresentam comportamento parecido com a ingestão de MS acima apresentado, reduzindo linearmente ao longo dos tratamentos, apesar dos dados de controle estarem dispostos entre os tratamentos intermediários de glicerina. Tal diferença pode ocorrer, independente da ingestão de MS, e é apontada por Forbes (1995) como comportamento de ingestão individual de cada animal.

Caprinos e ovinos possuem a capacidade de adaptação e seleção de alimento de acordo com a qualidade, disponibilidade ou necessidade de nutrientes, manejo e ambiente, modificando seus parâmetros de ingestão para alcançar e manter determinado equilíbrio compatível entre consumo e exigências nutricionais (Van SOEST, 1994). As dietas foram dispostas na proporção de 70:30, concentrado e volumoso respectivamente, *ad libitum*, fazendo com que o consumo de concentrado e feno fossem à vontade e tornando o totalmente individuais. A digestibilidade de fibra por sua vez não demonstrou diferença em nenhum dos tratamentos. Aparentemente, o aumento de energia da dieta via sucedâneo não influenciou significativamente na fermentação/digestão da fibra.

Tabela 6 Consumo de FDN (CFDN) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CFDN%PV), em gramas/kg<sup>0,75</sup> (CFDNPM), digestibilidade do FDN (DIGFDN), Consumo de FDA (CFDA) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CFDA%PV), em gramas/kg<sup>0,75</sup> (CFDAPM), digestibilidade do FDA (DIGFDA) em função da inclusão de glicerina bruta

	Controle		Glicerina		
	0	1,75	3,50	5,25	CV
CFDN	67,28	72,59	45,65	51,43	34,20
CFDN%PV	0,48	0,42	0,55	0,44	28,18
CFDNPM	9,40	8,61	10,38	9,05	28,14
DIGFDN%	33,10	31,70	25,93	37,53	48,56
CFDA	29,73	33,69	20,02	27,32	33,98
CFDA%PV	0,21	0,19	0,35	0,31	25,96
CFDAPM	4,17	4,04	6,66	6,22	23,91
DIGFDA%	35,82	36,86	26,15	39,80	39,16

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.  
CV = coeficiente de variação.

Os resultados de consumo de energia e suas frações estão dispostas na tabela 7. Já os resultados de consumo e retenção de água pelos animais estão na tabela 8. Não foram observados significância para consumo de energia bruta por unidade de peso metabólico, consumo de energia digestível, digestibilidade da energia e consumo de energia metabólica para teores de inclusão de glicerina bruta.

Tabela 7 Consumo de energia bruta (CEB) em Mcal/dia, em Kcal/kg de PV (CEB%PV), em Kcal/Kg<sup>0,75</sup> (CEBPM), consumo de energia digestível (CED), em Mcal/dia, digestibilidade da energia bruta (ED) em %, e consumo de energia metabolizável (CEM) em Mcal/dia em função das inclusão de glicerina bruta

	Controle		Glicerina		
	0	1,75	3,50	5,25	CV
CEB	1,66	1,74	1,55	1,69	17,89
CEB%PV	11,92	10,39	12,13	10,22	18,00
CEBPM	230,23	210,14	228,63	205,46	17,47
CED	1,22	1,32	1,13	1,27	21,64
ED%	72,94	75,81	71,85	75,15	6,99
CEM	1,06	1,11	0,90	0,99	24,83

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.  
CV = coeficiente de variação.

Não houve resultados significativos sobre os tratamentos relacionados com inclusão de glicerina sobre nenhuma partição da energia estudada.

Os resultados obtidos para consumo de água dos animais alimentados com glicerina foram decrescentes em função da inclusão (tabela 8). De acordo com Pereyra e Leiras (1991), Ferreira et al.(2002) e NRC (2007), os fatores que afetam o consumo de água são: calor, que

promove aumento mais efetivo no consumo de água; consumo de matéria seca, que mantém uma relação direta com o consumo de água; suplementação mineral, que aumenta o consumo principalmente em fêmeas gestantes e lactantes; e confinamento, animais estabulados tendem ao aumentar o consumo em relação aos que estão em pastejo.

Tabela 8 Consumo de água (CH<sub>2</sub>O) em L/dia, em g/kg (CH<sub>2</sub>O%PV), em g/kg<sup>0,75</sup> (CH<sub>2</sub>OPM), e Balanço Hídrico em função das inclusão de glicerina bruta

	Controle		Glicerina		CV
	0	1,75	3,50	5,25	
CH <sub>2</sub> O (L/dia)	1,118b	1,408a	1,273ab	1,140b	10,23
CH <sub>2</sub> O%PV	8,14	8,53	10,07	7,13	
CH <sub>2</sub> OPM (g/kg <sup>0,75</sup> )	156,68	171,72	189,26	142,17	9,09
Balanço hídrico (L/dia)	0,416	0,472	0,354	0,112	19,79

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.  
CV = coeficiente de variação.

A inclusão de glicerina bruta na dieta não afetou significativamente o consumo de matéria seca e consumo de matéria seca por unidade de tamanho metabólico, bem como o peso encontrado de retículo-rumen dos animais (tabela 9). Tal fato vai contra os trabalhos Hamada et al. (1976), que obtiveram aumento do peso do retículo-rumen com o acréscimo do aporte energético da dieta. De acordo com os autores, animais que receberam dietas contendo maiores teores de energia exibiram maior ganho de peso e conseqüentemente retículo-rumen mais pesado. Amaral et al. (2005) por outro lado, infere que o maior desenvolvimento retículo-rumen encontrado em seu trabalho se deu pela idade avançada dos animais, e não somente pelo tipo de alimentação, em concordância com os trabalhos de Zitnan et al. (1999) e Poole et al. (2003).

Tabela 9 Consumo de matéria seca (CMS) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMSPV), em gramas/kg<sup>0,75</sup> (CMSPM), e peso do Rumen-retículo vazio em gramas, em função das inclusão de glicerina bruta

	Glicerina				CV
	0	1,75	3,5	5,25	
CMS	320,77	329,27	316,36	345,44	24,472
CMS %PV	2,29	1,94	2,46	2,07	22,94
CMSPM	44,32	39,46	46,40	41,85	23,37
Rumen-retículo	405,50	456,75	466,80	423,00	14,67

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.  
CV = coeficiente de variação

Os dados morfométricos das papilas ruminais dos cabritinhos lactentes (número de papilas, altura, espessura, largura, distancia e área absorviva) submetidos à ingestão de

sucedâneos enriquecidos energeticamente com níveis específicos de glicerina bruta não sofreram efeitos dessa adição crescente ( $P>0,05$ ) como apresentado na tabela 10.

As papilas ruminais possuem sua distribuição, número e tamanho intimamente relacionados ao tipo de dieta oferecido ao animal, a digestibilidade dos nutrientes e disponibilidade da mesma (COSTA et al., 2008). Paiva e Lucci (1972) relatam que o desenvolvimento do rúmen em idades precoces está intimamente associado ao consumo de alimentos sólidos. A flutuação do consumo encontrada neste ensaio não interferiu no desenvolvimento de papilas ruminais, sendo observada numero de papila por  $\text{cm}^2$  muito superior aos encontrados por Berg et al. (1986) (67,3 papilas/ $\text{cm}^2$ ). Em contrapartida, altura e largura de papilas encontradas neste ensaio obtiveram menores valores, quando comparado com dados encontrados por Amaral et al. (2005), trabalhando com cabritos Saanen alimentados com diversas fontes energética na dieta.

Tabela 10 Caracterização média das papilas ruminais obtidas no saco cranial ou ventral de cabritinhos recebendo sucedâneo comercial adicionados de distintas concentrações de glicerina

	Glicerina				
	0	1,75	3,5	5,25	CV
N, Papilas	126,9	123,0	110,5	122,6	26,24
Altura	1506,78	1583,22	1622,31	1261,01	28,28
Espessura	321,24	306,45	275,59	368,19	21,52
Largura	701,59	719,08	702,56	647,20	20,68
Distância	347,97	382,06	360,36	339,00	45,02
AABS	25,76	25,31	22,71	24,81	28,19

N. Papilas = número médio de papilas ruminais dos sacos ventral e dorsal por  $\text{cm}^2$ ; Altura = expressa em  $\mu\text{m}$ ; Espessura = expressa em  $\mu\text{m}$ ; Largura = expressa em  $\mu\text{m}$ ; Distância = expressa em  $\mu\text{m}$  e AABS = Área absorviva em  $\text{cm}^2$ .

De acordo com Harrison et al. (1960), a parede ruminal é composta de partes que possuem crescimentos distintos, porém se comporta como um todo, quando há estímulo de crescimento de papilas em função de certo tratamento. Rompala et al. (1990) e Costa et al. (2008) demonstram que o maior numero de papilas se dá na região do saco ventral, onde está localizado o maior sítio de absorção de energia do rúmen, característica não observada neste ensaio (tabela 11).

Lesmeister et al. (2004), tentando definir um método para análise e amostragens de tecido ruminal, chegaram à conclusão de que existe elevada correlação entre áreas do rúmen quando se observa o efeito de tratamentos como idade, sendo possível que uma única amostra de um mesmo local do rúmen possa representar o desenvolvimento de todo o epitélio ruminal.

Os dados obtidos neste ensaio corroboram com a afirmação do autor, uma vez que não houve diferença significativa nas variáveis estudadas frente ao local de coleta ou dieta experimental.

Tabela 11 Caracterização das papilas ruminais obtidas no saco cranial ou ventral de cabritinhos recebendo sucedâneo comercial adicionados de distintas concentrações de glicerina

	Glicerina		
	Ventral	Cranial	CV
N. Papilas	118,24	123,26	26,24
Altura	1546,58	1440,08	28,28
Espessura	339,90	295,84	21,52
Largura	694,24	690,98	20,68
Distância	384,06	330,63	45,02
AABS	23,81	25,48	28,19

N. Papilas = número médio de papilas ruminais dos sacos ventral e dorsal por cm<sup>2</sup>; Altura = expressa em µm; Espessura = expressa em µm; Largura = expressa em µm; Distância = expressa em µm e AABS = Área absorviva em cm<sup>2</sup>.

A maior inclusão de glicerina implicou em uma resposta errática quanto ao consumo de matéria seca (CMS), ganho de peso (GPD) e peso vivo (PV), como visto na tabela 12.

Tabela 12 Consumo médio de matéria seca (CMS), ganho de peso diário (GPD) e peso vivo (PV) médio dos animais em função dos níveis de inclusão de glicerina bruta

	Glicerina				CV
	0	1,75	3,5	5,25	
<b>CMS</b>	258,53c	362,46b	329,56d	422,67a	21,04
<b>CMSUTM</b>	67,01ab	58,58b	63,26ab	69,17a	
<b>GPD</b>	0,130b	0,173a	0,129b	0,162a	30,10
<b>PV</b>	9,71b	11,43a	9,12b	11,73a	20,83

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK. CMS = expresso em gramas por dia; CMSUTM = expresso em gramas por unidade de tamanho metabólico/dia; GPD = expresso em gramas por dia e PV = expresso em quilogramas. CV = coeficiente de variação.

Trabalhos com caprinos Angorá e Kamori, realizados por Shahjalal et al. (1992) e Abassi et al. (2012) respectivamente, apresentam o mesmo tipo aqui estudado, reduzindo o CMS com o aumento dos teores de energia da dieta. Sayed (2009) apontou que tal comportamento se dá pela saciedade química do animal e não por repleção do rúmen, uma vez que pequenos ruminantes tem a capacidade de selecionar alimentos em função da sua exigência nutricional, e o consumo pode ser limitado em função dessa demanda energética. Outras explicações, apesar de ser difícil realizar inferência segura, pode-se inferir quanto a tais flutuações nas respostas a correlação com o clima, aspectos sociais como aqueles responsáveis pela hierarquia grupal e mesmo sob o ponto de vista fisiológicos e bioquímicos de cunho individual, podem ter ocasionado tais respostas.

O ganho de peso, assim como o peso vivo, foram influenciados pelos níveis de inclusão de glicerina no sucedâneo, obtendo melhores resultados para inclusão de 1,75 e 5,25%, com média de 0,173g/dia e 11,43kg; e 0,162g/dia e 11,73kg de PV, respectivamente. Segundo Euclides e Rostagno (2001), a adição de energia na dieta, mantendo níveis adequados dos demais nutrientes, promove crescimento até que a exigência animal seja plenamente atendida. A partir daí, existirá uma faixa de estabilização no crescimento e em seguida, perda de eficiência de metabolização da energia e crescimento, podendo levar a modificação do perfil de deposição de tecido, queda de consumo, queda no ganho de peso e perda de peso do animal.

Os dados referentes a medidas ultrassonográficas do *Longissimus dorsi* (Área de olho de lombo - AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGC), em função da inclusão de glicerina bruta no sucedâneo foram significativas, e são apresentadas na tabela 13.

Tabela 13 Medidas ultrassonográficas da área de olho de lombo - AOL (mm<sup>2</sup>) e espessura de gordura subcutânea - EGC (mm) em função da inclusão de glicerina bruta na dieta dos animais

	Controle		Glicerina		CV
	0	1,75	3,5	5,25	
AOL	246,8b	288,2a	229,2b	274,3ab	26,73
EGC	0,72	0,89	0,79	0,80	25,04

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.

CV = coeficiente de variação.

A mensuração da área de olho de lombo (AOL) é uma maneira confiável para prever o crescimento muscular, possuindo alta correlação com o peso de abate dos animais (Sainz, 1996). Medidas de AOL mostraram-se maior para a sua incorporação em 1,75% do sucedâneo contra 3,5%, com áreas de 288,2 e 229,2 mm<sup>2</sup>, respectivamente, novamente, esses níveis tiveram respostas que ser equivaleram aos demais níveis de glicerina empregado. Resultados semelhantes foram evidenciados por Gomes et al. (2011) e Gunn et al. (2010a e b) que trabalharam com níveis crescente de glicerina de 0, 15 e 30%; 0, 15, 30 e 45%; e 0, 5, 10, 15 e 20% na dieta de ovinos, respectivamente, atribuindo este fato ao consumo de matéria seca em animais submetidos a dietas com níveis crescentes de glicerina bruta, conseqüentemente. Quanto maior a ingestão, maior a quantidade de energia disponibilizada para crescimento tecidual muscular e deposição de gordura na carcaça. Quanto ao depósito de gordura subcutânea, o emprego de glicerina não apresentou alteração na mesma em razão dos níveis empregados (P>0,05).

Foi também evidenciado diferença significativa da AOL e EGC em função da idade dos animais. Muito embora possa representar também o efeito das inclusões dos ingredientes energéticos nas rações, não se pode perder de vista o fato de que o próprio crescimento animal impõe tais alterações. É possível observar um comportamento linear no crescimento de AOL e deposição de gordura subcutânea (tabela 14). Tais resultados também foram evidenciados por Gomes et al. (2011) e Gunn et al.(2010a e b), trabalhando com ovinos alimentados com níveis crescentes de glicerina bruta na dieta.

Tabela 14 Medidas ultrassonográficas da área de olho de lombo - AOL (mm<sup>2</sup>) e espessura de gordura subcutânea EGC (mm) em função da idade dos animais

	Glicerina	
	AOL	EGC
<b>1</b>	174,8d	0,38d
<b>14</b>	200,3cd	0,44d
<b>28</b>	231,8c	0,77c
<b>42</b>	320,5b	1,06b
<b>56</b>	370,7a	1,34a
<b>CV</b>	26,73	25,04

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.  
CV = coeficiente de variação.

Os valores de espessura de gordura subcutânea foram altos, quando comparados com a literatura (Colomer-Rocher et al.,1987; Bueno et al., 1997; Cordeiro, 2008), e denotam grande deposição de gordura nessa região. Apesar de que cabritos abatidos precocemente possuem pouca ou nenhuma deposição de gordura subcutânea, o maior teor energético das dietas proporcionaram tal efeito, superando os valores médios dos autores supracitados em quase 1 mm de espessura. Esse é portanto um claro indício de que pode-se alterar o metabolismo energético de cabritinhos leiteiro utilizando-se de fontes energéticas pouco frequentes na formulação de dietas para essa fase.

As equações de regressão para prever a AOL tiveram significância, porem menor r<sup>2</sup> (tabela 15), o que passa a indicar que estas equações podem ser utilizadas para prever a área do olho de lombo em caprinos, bem como correlacionar esta medida com o lombo, PCQ e PCF, que refletem a musculosidade da carcaça. A AOL também tem alta correlação com o ganho de peso do animal e peso de abate do animal. Já as equações de regressão para EGC do músculo *Longissimus dorsi*, que prediz a gordura na carcaça, possuíram alto R<sup>2</sup>, permitindo indicar o uso destas equações para prever a gordura da carcaça.

Tabela 15 Equações de predição para da área de olho de lombo - AOL (mm<sup>2</sup>) e espessura de gordura subcutânea EGC (mm) em função idade dos animais

	<b>Glicerina</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
AOL	Y=149,911+3,751x	0,53
EGC	Y=0,270+0,018x	0,73

Os dados referentes às medidas biométricas dos animais, em função do nível de glicerina na dieta dos animais, estão dispostos nas tabelas 16. Houve diferença significativa os animais submetidos à inclusão de glicerina no sucedâneo (P<0,05), onde tratamentos com 1,75% e 5,25% de inclusão demonstraram maior crescimento corporal sobre os demais. Além disso, observa-se um efeito cúbico sobre os níveis inclusão, onde há uma depressão dos valores de medidas biométricas no tratamento de 3,50% de inclusão, sendo provável um efeito biológico já evidenciado em outras variáveis deste trabalho anteriormente.

Tabela 16 Medidas biométricas de cabritinhos Saanen em função da inclusão de glicerina no sucedâneo

	<b>Glicerina</b>				<b>CV</b>
	<b>0</b>	<b>1,75</b>	<b>3,5</b>	<b>5,25</b>	
AC	42,93a	44,38a	40,33b	44,30a	8,21
Pa	17,40b	18,87a	17,28b	18,71a	7,70
APa	25,53a	25,51a	23,05b	25,59a	10,50
AG	44,04a	45,05a	40,91b	44,92a	7,21
Pp	18,11ab	18,75a	17,18b	18,88a	10,86
APp	25,93a	26,30a	23,73b	26,04a	7,53
LP	12,03a	12,74a	11,11b	12,58a	10,73
CC	41,39ab	43,83a	39,78b	42,26ab	8,69
PT	47,93b	50,78a	46,85b	51,49a	6,74
Cpa	14,49	15,05	14,19	15,16	8,32
Cpe	15,26bc	16,18a	14,94c	15,84ab	7,79
Ppa	13,60ab	14,42a	13,03c	14,05ab	11,97
Ppe	17,17ab	18,55a	16,29b	17,69ab	11,89

AC=altura de cernelha, Pa=Profundidade do anterior, APa=Altura da perna anterior, AG=altura de garupa, Pp=Profundidade do posterior, APp=Altura da perna posterior, LP=largura do peito (LP), CC=comprimento corporal, PT=perímetro torácico, Cpa=comprimento de paleta, Cpe=comprimento de pernil, Ppa=Perímetro da paleta, Ppe=perímetro de pernil

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.

CV = coeficiente de variação.

McManus et al., (2001) apotam alguns índices que podem auxiliar no estudo funcional de espécies de interesse zootécnico, onde a biometria assume importante papel como ferramenta em programas de melhoramento animal, podendo auxiliar no ajuste de modelos matemáticos que possibilitem direcionar o programa de seleção da propriedade. Os índices propostos pelo autor seriam:

- 1) Índice corporal (IC): é a relação entre o comprimento do corpo e o perímetro torácico. Se o IC for superior a 0,90 indica animal longo, entre 0,85 e 0,90 tamanho médio e inferior a 0,85 o animal será classificado como curto.
- 2) Índice Corporal Relativo (ICR): relação entre o comprimento do corpo e a altura de cernelha ou altura anterior, em percentual. Se ICR for maior que 1 o animal pode ser considerado com grande desenvolvimento de pernas, se menor que 1, o oposto.
- 3) Índice de Relação Cernelha-Garupa (IRCG): relação entre a altura da cernelha e a altura da garupa ou altura posterior, em percentual. Um resultado muito próximo a 1 indica animal retilíneo e pode estar associado à dificuldade de parto.
- 4) Índice de Relação Perímetro Torácico-Cernelha (IRPT-C): relação entre o perímetro torácico e a altura da cernelha, em percentual. O maior valor de IRPT-C é indicativo de um bom desenvolvimento torácico do animal.

A utilização destas estimativas em função de medidas biométricas tem como objetivo facilitar as atividades de manejo zootécnico, melhorando a seleção de reprodutores e matrizes em quesito conformação corporal e precocidade.

Submetendo os animais ao IC, observamos valores de ,863, 0,849, 0,820, para inclusões de 1,75, 3,50 e 5,25% de glicerina bruta, respectivamente, caracterizando animais curtos os que receberam 3,50 e 5,25% de glicerina na dieta. Para ICR, obtemos valores de 0,987, 0,986 e 0,953 inclusões 1,75, 3,50 e 5,25% de glicerina respectivamente. De acordo com o índice, os tratamentos imprimiram características médias no desenvolvimento de pernas, gerando futuramente um animal de porte médio. IRCG e IRPT-C extrapolaram os valores preconizados de 1 e acima de 1, respectivamente, caracterizando os animais como retilíneos e de bom desenvolvimento torácico.

Nas tabelas 17, estão apresentados os dados referentes às medidas biométricas dos animais, por tratamento, em função da idade dos mesmos. Como regra geral, os pequenos ruminantes apresentam uma curva sigmóide de crescimento, onde inicialmente é rápida, ficando mais lenta ao se aproximar da puberdade e declina progressivamente até a fase adulta (ALCALDE, 1990; DI MARCO et al., 2007). O crescimento dos músculos, gorduras e ossos obedecem a uma onda que, à medida que a idade avança, atravessa as diferentes regiões do corpo, tendo início na cabeça, pescoço e porções distais das extremidades (anteriores e posteriores) e terminando na região lombar (PARDI et al., 2005). A velocidade de crescimento dos diferentes músculos é variável, visto que os músculos mais longos apresentam uma velocidade de crescimento pós-natal mais rápida.

Em termos gerais, observa-se efeito quadrático no crescimento, evidenciando estabilização a partir do dia 42 para APa, APp, LP, Ppa e Ppe. Demais medidas demonstram efeito linear, indicando que os animais continuam a crescer.

Tabela 17 Medidas biométricas dos animais em função dos dias experimentais sobre os tratamentos de glicerina

	Glicerina					
	1	14	28	42	56	CV
AC	37,90d	40,62c	42,18c	45,49b	48,73a	8,21
Pa	15,76d	16,45d	18,03c	19,37b	20,71a	7,70
APa	22,13b	24,26b	24,05b	26,20a	27,94a	10,50
AG	37,34e	40,80d	44,10c	46,89b	49,51a	7,21
Pp	15,61d	16,45d	18,29c	19,71b	21,07a	10,86
APp	21,73d	24,34c	25,81b	27,18a	28,44a	7,53
LP	10,11c	10,91c	12,39b	13,21ab	13,94a	10,73
CC	36,47d	39,23c	41,30c	44,24b	47,83a	8,69
PT	42,69e	45,36d	49,02c	52,90b	56,32a	6,74
Cpa	12,45d	13,81c	14,39c	15,58b	17,37a	8,32
Cpe	13,28d	14,68c	15,51c	16,67b	17,64a	7,79
Ppa	11,57c	12,90b	14,64a	14,67a	15,09a	11,97
Ppe	14,78c	15,52c	17,79b	19,18ab	19,84a	11,89

AC=altura de cernelha, Pa=Profundidade do anterior, APa=Altura da perna anterior, AG=altura de garupa, Pp=Profundidade do posterior, APp=Altura da perna posterior, LP=largura do peito (LP), CC=comprimento corporal, PT=perímetro torácico, Cpa=comprimento de paleta, Cpe=comprimento de pernil, Ppa=Perímetro da paleta, Ppe=perímetro de pernil

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.

CV = coeficiente de variação.

Em vista dos efeitos lineares e quadráticos observados sobre as medidas biométricas, equações de regressão foram geradas para predição do crescimento e desenvolvimento corporal em função do tempo (tabela 18), onde altura da perna anterior, largura de peito e perímetro de pernil não foram significativos.

A maior parte das equações geradas foram lineares, com R<sup>2</sup> médio a alto, predizendo com confiança as medidas biométricas estudadas. Equações de regressão com efeito quadrático foram evidenciadas para APp e Ppa em animais submetidos a dietas contendo glicerina. Infere-se então, através das equações de regressão geradas, que as partes mensuradas dentro do período estudado descrevem um crescimento alométrico, já que certas porções corporais tendem a estabilizar o crescimento enquanto que outras continuam em crescimento pleno.

Tabela 18 Equações de regressão geradas em função das medidas biométricas dos animais submetidos às dietas experimentais em função da idade

	<b>Glicerina</b>	<b>R2</b>
AC	$Y=37,215+0,191x$	0,52
Pa	$Y=15,304+0,092x$	0,61
APa	Ns	
AG	$Y=37,258+0,217x$	0,60
Pp	$Y=15,131+0,104x$	0,53
APp	$Y=21,617+0,18x-0,001x^2$	0,51
LP	Ns	
CC	$Y=35,859+0,2x$	0,54
PT	$Y=41,797+0,251x$	0,65
Cpa	$Y=12,302+0,082x$	0,63
Cpe	$Y=13,269+0,077x$	0,61
Ppa	$Y=11,244+0,145x-0,001x^2$	0,38
Ppe	Ns	

AC=altura de cernelha, Pa=Profundidade do anterior, APa=Altura da perna anterior, AG=altura de garupa, Pp=Profundidade do posterior, APp=Altura da perna posterior, LP=largura do peito (LP), CC=comprimento corporal, PT=perímetro torácico, Cpa=comprimento de paleta, Cpe=comprimento de pernil, Ppa=Perímetro da paleta, Ppe=perímetro de pernil

#### 4. Conclusão

A inclusão de glicerina bruta no sucedâneo dos animais, nos níveis estudados, não afeta o consumo de nutrientes pelos animais.

Independente dos níveis estudados a inclusão de glicerina bruta fornecidas no sucedâneo como fontes de energia não afetaram variáveis morfométricas das papilas ruminiais.

Glicerina bruta pode ser empregada de forma efetiva e controlada no enriquecimento energético de sucedâneos para caprinos na fase de cria, sendo a inclusão de 1,75% de glicerina bruta promove melhores respostas quanto ao consumo voluntário e desenvolvimento dos animais.

#### 5. Referências bibliográficas

- ABBASI, S.A., MUZAFAR, A.V., SOOMRO, S.A. ET AL. Dietary energy levels and growth performance of kamori goat, *IJAVMS*, vol. 6, issue 6, 473-479p., 2012.
- ALCALDE, M.J. *Producción de carne en la raza Merina: crecimiento y calidad de la canal*. 1990. 192f. Tesina de licenciatura. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza, España.
- AMARAL, C.M.C., SUGOHARA, A., RESENDE, K.T. et al. Performance and ruminal morphologic characteristics of Saanen kids fed ground, pelleted or extruded total ration. *Small Rum. Res.*, issue 58, 47-57p., 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 16ed. Gaithersburg, MD: AOAC International, 1997.

- BERCHIELLI, T.T., PIRES, A.V., OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p.151-182, 583p., 2006.
- BERG, R.; RIEGER, C.; ENANY, E.I. Anatomical studies into the ruminal mucosa of pigmy goats in relation to their age. *Arch. Tierernahr.* v. 36, n. 7, p. 611-616, 1986.
- BERGNER, H. et al. In vitro studies on glycerol transformation by rumen microorganisms. *Arch. Tierernahr.* v. 48, p. 245-256, 1995.
- BLAXTER, K. L. e CLAPPERTON, J. L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *Brit. J. Nutr.*, v;19, n.4, p.511-522, 1965.
- BUENO, M. S.; SANTOS, L. E.; CUNHA, E. A.; et al. Avaliação de carcaças de cabritos abatidos com diferentes pesos vivos. *Boletim da Indústria Animal*, v. 54, n. 2, p.61-67, 1997.
- CARDOSO, A.R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. *Ciê. Rural*, v.36, n.2, p.604-609, 2006.
- COLOMER-ROCHER, F. Factors influencing carcass quality. Carcass component and composition. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4., 1987, Brasília-DF. *Proceedings...* Brasília: EMBRAPA, 1987. p.181-194.
- CORDEIRO, J. C. *Desempenho de caprinos saanen, na recria, Alimentados com dietas contendo bandinha de Feijão*. 2008. 87f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) - Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- COSTA, S. F.; PEREIRA, M. N.; MELO, L. Q.; RESENDE JUNIOR, J. C.; CHAVES, M. L. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerras –I Aspectos histológicos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootecn.*, v.60, n.1, p.1-9, 2008.
- DANIEL J.L.P., RESENDE JÚNIOR J.C., CRUZ F.J. Participação do ruminoretículo e omaso na superfície absorviva total do proventrículo de bovinos. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 43:688-694, 2006.
- DI MARCO, O.N.; BARCELLOS, J.O.J.; COSTA, E.C. **Crescimento de bovinos de corte**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. 276p.
- DIAS, A.M.A.; BATISTA, A.M.V.; CARVALHO, F.F.R. et al. Características de carcaça e rendimento de buchada de caprinos alimentados com farelo grosso de trigo em substituição ao milho. *Rev. Bras. Zootecn.*, v.37, n.7, p.1280-1285, 2008.
- ESPECHIT, C.J.B. *Desenvolvimento ponderal e do estômago de cabritos submetidos a dietas com feno e concentrado*. 2003. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG.
- FERREIRA, A.V.; HOFFMAN, L.C.; SCHOEMAN, S.J. Water intake of Boer goats and mutton merinos receiving either a low or high energy feedlot diet. *Small Rum. Res.*, v.43, p.245-248, 2002.
- FORBES, J.F. **Voluntary food intake and diet selection**. Cabo: International, 1995, 625p.
- GETTY R. **Anatomia dos Animais Domésticos**. 5ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 2000, 186p.

- GOMES, M. A. B.; MORAES, G. V.; MATAVELI, M. Performance and carcass characteristics of lambs fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel production. *Rev. Bras. Zootecn*, v.40, n.10, p.2211-2219, 2011.
- GONÇALVES, V.L.C.; PINTO, B.P.; MUSGUEIRA, L.C.; SILVA, J.C.; MOTA, C.J.A. Biogásolina: produção de ésteres da glicerina. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. *Anais*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia: Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica, 2006. p.14-19.
- GUNN, P.J.; NEARY, M.K.; LEMENAGER, R.P. Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. *J. Anim. Sci.*, v.88, p.1771-1776, 2010b.
- GUNN, P.J.; SCHULTZ, A.F.; VAN EMON, M.L. Effects of elevated crude glycerin concentrations on feedlot performance, carcass characteristics, and serum metabolite and hormone concentrations in finishing ewe and wether lambs. *Prof. Anim. Sci.*, v.26, p.298-306, 2010a.
- HAMADA, T., MAEDA, S., KAMEOKA, K. Factors influencing growth of rumen, liver and other organs in kids weaned from milk replacers to solid foods. *J. Dairy Sci.* (59), 1110-1118, 1976.
- HARRISON H.N., WARNER R.G., SANDER E.G. et al. Changes in the tissue and volume of the stomachs of calves following the removal of dry feed or consumption of inert bulk. *J. Dairy Sci.* 43:1301-1312, 1960.
- HULL, P. **Glucose Syrups: Technology and Applications**. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2010. 368p.
- KREHBIEL, C. R. Ruminant and physiological metabolism of glycerin. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v. 86, p. 392, 2008.
- LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.; PEREIRA, L.G.; et al. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.45, n.9, p.1012-1020, 2010
- LESMEISTER K.E., TOZER P.R., HEINRICH A.J. Development and analysis of a rumen tissue sampling procedure. *J. Dairy Sci.*, 87:1336- 1344, 2004.
- MCMANUS, C.; MISERANI, M. G.; SANTOS, S. A.; et al. Índices corporais do cavalo pantaneiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. 2001. Piracicaba - SP. *Anais...* Piracicaba: SBZ, 2001. p.559-560.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of small ruminants: 1** ed. Washington: National Academy Press, 2007, 362p.
- PAIVA, J.A.J.; LUCCI, C.S. Alimentação de bezerras com mistura concentrada comum + feno de soja perene. II Desenvolvimento dos pró-ventrículos. *Boletim da Indústria Animal*, v.29, n.1, p.151-159, 1972.
- PARDI, M.F.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Editora: UFG, 2ed., 2005, 624p.
- PEREYRA, H.; LEIRAS, M.A. Comportamento Bovino de Alimentación, Rumia y Bebida. *Fleckvieh-Simental*, v.9, n.51, p.24-27, 1991.
- POOLE, C.A., WONG, E.A., MCELROY, A.P., et al. Ontogenesis of peptide transport and morphological changes in the ovine gastrointestinal tract. *Small Rumin. Res.*(50), 163-176, 2003.

- RÉMOND, B. et al. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by rumen microbes. *Anim. Feed Sci. Technol.* V. 41, p. 121-132, 1993.
- ROMPALA, R.E., HOAGLAND, T.A., MEISTER, J.A. Modifications in growth and morphology of ovine jejunal and ruminal epithelia as affected by inert dietary substances. *J. Anim. Sci.* (68), 2530–2535. 1990.
- SAEG – **Sistema para análises estatísticas**, *Manual da Versão 9.1*. Fundação Arthur Bernardes, Universidade Federal de Viçosa, 2007. 140p.
- SAINZ, R.D. Qualidade de carcaças e de carnes de ovinos e caprinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. *Anais...*Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.3-14.
- SAYED, A.B.N. Effect of different dietary energy levels on the performance and nutrient digestibility of lambs. *Vet. World.* 2(11):418-420, 2009.
- SHAHJALAL, M.D., GALLRIATH, H., TOPP, J.H.. The effect of changes in dietary protein and energy on growth, body composition and Mohair fiber characteristics of British angora goats. *J. Anim. Prod.*, 54: 405 – 412, 1992.
- SILANIKOVE, N. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. *Livestock Production Science*, v.30, p.175-194, 1992.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock Publ. Assoc. Ithaca, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J.B, LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Anim. Sci.*, 74:3582-3597, 1991.
- ZITNAN, R., VOIGT, J., WEGNER, J., et al. Morphological and functional development of the rumen in the calf: influence of the time of weaning. 1. Morphological development of rumen mucosa. *Arch.Tierernähr.* 52 (4), 351–362, 1999.

### **Capítulo III - Consumo e digestibilidade, histomorfometria de papilas ruminais, desempenho e desenvolvimento corporal de cabritos Saanen lactentes alimentados com glucose veiculado no sucedâneo**

**Resumo:** Avaliou-se a inclusão percentual de glucose industrial (0, 1,25, 2,50, 3,75) no sucedâneo reconstituído, na dieta de caprinos. Utilizaram-se 30 cabritinhos Saanen, não castrados, não descornados, com peso médio de  $14,36 \pm 2,85$  kg, alojados em gaiolas metabólicas individuais, em delineamento inteiramente casualizado. Os coeficientes de digestibilidade foram obtidos por coleta total de fezes. A inclusão de glucose industrial influenciou de forma linear os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), nitrogênio ingerido total e água. A digestibilidade da fibra em detergente ácido elevou-se com o aumento dos níveis de glucose, enquanto a digestibilidade da proteína tendeu a um comportamento quadrático. A glucose induziu a redução de consumo de forma linear. Para histomorfometria foram avaliados o número de papilas por  $\text{cm}^2$  de tecido, altura de papila, largura, espessura, distancia entre papilas e área absorviva total. Os níveis de inclusão estudados não afetaram o desenvolvimento do tecido ruminal, independente da porção local coletada. Observou-se redução de consumo e AOL de forma linear sem efeito aparente sobre o ganho de peso. Avaliando em função da idade dos animais, tanto CMS quanto GPD demonstraram comportamento quadrático. As medidas biométricas apresentaram resposta linear, com maiores valores para glucose a 2,50% de inclusão, e idade de crescimento entre 1 a 14 dias e 42 a 56 dias. A inclusão de glucose a 2,50% demonstrou-se o tratamento de melhor desempenho dos animais

Palavras Chave: nutrição, glucose, sucedâneo, consumo, cabritos lactentes

#### **1. Introdução**

Em um sistema de produção de caprinos leiteiros, a fase de cria é considerada uma das mais complicadas. Apesar do baixo consumo de leite dos mesmos, durante essa fase, a dependência de alimentos de alta qualidade onera o custo, principalmente se tratando do leite de cabra, que representa a maior fonte de renda da atividade em si, além da alta mortalidade referente à fase em si por questões ambientais e sanitárias (MEDEIROS 1996, ESPECHIT, 2003; DIAS et al., 2008)

Diversos são os fatores que contribuem para baixos índices de produção, desempenho e crescimento de caprinos. Dentre elas se destacam manejo incorreto, condições ambientais desfavoráveis e o não atendimento das exigências nutricionais (DIAS et al., 2008). Dietas energéticas desempenham importante papel na utilização de nutrientes, afetando assim o desempenho e o crescimento. Animais alimentados com diferentes níveis de energia na dieta apresentam de forma significativa alterações quanto ao consumo de ração, de energia metabolizável, podendo refletir no ganho médio diário (EBRAHIMI et al., 2007).

O uso de produtos e coprodutos como aditivos na dieta de ruminantes, na tentativa de melhor atender as exigências nutricionais dos animais, tem sido amplamente utilizado no decorrer das últimas décadas, destacando-se ultimamente a glucose como alimento de fonte energética (HULL, 2010; LAGE et al., 2010).

A glucose industrial é um sacarídeo derivado do amido podendo se encontrada na forma aquosa ou em pó, ambas concentradas, sendo geradas a partir da hidrólise ácida e/ou enzimática ( $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase e glucoamilase) de fontes ricas nesse carboidrato, em especial o milho (HULL, 2010). Ela apresenta certas características básicas tais como: matéria seca não inferior a 70%; dextrose equivalente não inferior a 20%; e teor de proteína superior a 0,1%, sendo utilizada na medicina de produção animal como ingrediente de fluidoterapia, com valores de 38 a 40% de dextrose equivalente (NAPPERT et al., 1997).

Objetivou-se determinar os prováveis efeitos de distintos níveis de inclusão de glucose na dieta de cabritos Saanen lactentes, através do consumo e digestibilidade, da histomorfometria de suas papilas ruminais. e do desempenho e desenvolvimento corporal.

## **2. Material e Métodos**

O ensaio foi conduzido na Fazenda Capril Tri-Queda, Coronel Pacheco-MG, sendo realizado entre os meses de janeiro de 2014 a junho do mesmo ano, seguindo normas em acordo com projeto submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, número de registro CETEA 197/10.

Foram utilizadas 30 cabritinhos da raça Saanen, em aleitamento, 2 meses de idade e peso entre  $14,36 \pm 2,85$ kg. Os animais foram pesados, identificados, vermifugados além de receberem medicamento coccidiostático para controle de endoparasitoses. Realizados os procedimentos acima, os animais foram alojados aleatoriamente em gaiolas metabólicas individuais previamente limpas e desinfetadas, providas de cocho para alimento, cocho para

sal e bebedouro, e um conjunto para coleta seletiva de excretas composto por caixa plástica e balde cortado em bisel coberto por tela.

Os animais foram divididos em sete grupos de cinco cabeças, utilizando-se como critério para formação dos grupos o peso vivo, condição corporal e fenótipo, na respectiva ordem de importância. Cada grupo foi então destinado a receber glucose adicionada ao sucedâneo Lacthor<sup>®</sup> (Controle, Glucose 1,25, 2,5 e 3,75% da inclusão no sucedâneo reconstituído. Desta forma, formou-se um delineamento inteiramente casualizado.

### Dietas experimentais

A ração experimental foi formulada baseada na dieta fornecida pela propriedade em questão, sendo estimada para ganho para 200g/dia para cabritos, obtida pelo modelo NRC (NRC, 2007). A quantidade ofertada foi ajustada semanalmente de acordo com o consumo dos animais, sendo o fornecimento de sucedâneo fixo em 1 litro por animal/dia, independente das sobras, ambas porções sólida e líquida fornecidas duas vezes ao dia. Sal mineral (sal mineral para caprinos 1:2 sal branco) e água foram fornecidos à vontade, sendo o consumo de água medido diariamente.

A composição bromatológica e centesimal dos alimentos utilizados, das dietas experimentais e do sucedâneo utilizado durante todo o período experimental se encontram na tabela 19, 20, 21 respectivamente.

Tabela 19 Composição bromatológica dos ingredientes das dietas em base de matéria seca

	MS	MM*	PB*	EB	FDN*	FDA*	EE*	Ca*	P*
Feno	92,14	4,35	7,67	3918,02	75,16	38,56	2,87	0,89	1,69
Milho	89,14	1,03	9,12	4470,34	13,00	3,17	5,34	0,13	2,06
Polpa cítrica	89,21	6,72	6,45	3986,53	23,69	16,61	3,64	17,82	1,26
Fa. Soja	88,89	6,75	52,51	3793,24	15,65	8,07	5,51	0,33	0,57
Glucose*	81,5	0,31	0,09	3280,00	-	-	-	-	-
Sal	98,00	100,00	-	-	-	-	-	-	-
Sal Mineral	98,00	100,00	-	-	-	-	-	15,81	8,67
F. Bicálcio	98,00	100,00	-	-	-	-	-	24,34	18,78
Bicarbonato	98,00	100,00	-	-	-	-	-	-	-
Calcário	98,00	100,00	-	-	-	-	-	38,42	0,21

\*Grau de pureza de 40%

Tabela 20 Composição centesimal e bromatológica da dietas experimental

<b>Ingredientes</b>	
Feno	30,00
Milho	52,50
Polpa cítrica	5,08
Farelo de Soja	10,50
Sal	0,35
Sal Mineral	0,70
Fosfato Bicálcio	0,17
Bicarbonato	0,35
Calcário Calcítico	0,35
<b>Nutrientes</b>	
MS*	90,18
PB*	12,93
EB	4122,95
FDN*	32,22
FDA*	14,92
EE*	4,43
Ca*	1,56
P*	1,81

\*= Com base na MS, MS= Matéria seca, PB= Proteína Bruta, FDN= Fibra em detergente neutro, FDA= Fibra em detergente ácido, Ca= Cálcio, P= Fósforo; em percentual. EB= Energia Bruta; em Kcal/g

Tabela 21 Composição centesimal e bromatológica dos sucedâneos contendo glucose

<b>Ingrediente</b>	<b>Glucose</b>			
	<b>0</b>	<b>1,25</b>	<b>2,50</b>	<b>3,75</b>
Lactor	12,3	12,3	12,3	12,3
Glucose	-	1,48	2,96	4,44
Água	87,7	86,2	84,7	83,2
<b>Nutriente*</b>				
MS	12,32	13,2	14,07	14,95
PB	21,73	20,29	19,04	17,92
EB	543,64	584,68	625,71	666,75
FB	2,11	1,97	1,84	1,73

\*= Com base na MS, MS= Matéria seca, PB= Proteína Bruta, FB= Fibra Bruta, em percentual. EB= Energia Bruta; em Kcal/g

### Consumo e Digestibilidade

O início do experimento se deu 45 dias após o nascimento dos animais, sendo 15 dias após início da ingestão de alimento sólido. Estes foram então submetidos a mais 15 dias de adaptação experimental, gaiola e dietas, e posterior cinco dias de coleta. Foram amostradas porções individuais da ração e das sobras do dia anterior de cada animal antes da primeira refeição, sendo estas pesadas, homogeneizadas, e retiradas porções de 10% do seu peso e acondicionadas em câmara fria, para posteriores análises laboratoriais.

A produção de fezes foi recolhida dos coletores diariamente, sendo registrado o peso e amostrada individualmente uma alíquota de 20% sobre a quantidade total de fezes encontrada,

a qual foi acondicionada em câmara fria a  $-20^{\circ}\text{C}$  dentro sacos plásticos devidamente identificados. A produção de urina também foi realizada diariamente durante o período de coleta. Para sua mensuração foram adicionados aos baldes coletores 100 mL de ácido sulfúrico (HCl, 2N) na véspera de cada colheita, evitando-se assim possíveis processos fermentativos e perda de amônia por volatilização. O volume total de líquido foi filtrado em papel de filtro por duas vezes, amostrado em alíquota fixa de 100mL do volume total, para então ser mensurado o peso e o volume da urina. A alíquota de urina foi acondicionada em câmara fria a  $-20^{\circ}\text{C}$  dentro de potes plásticos individuais devidamente identificados.

No final do experimento foram feitas amostras compostas das sobras de alimento, fezes e urina coletadas, por animal, sendo estas identificadas, acondicionadas devidamente em sacos e ou potes plásticos, e armazenadas em câmara fria ( $-20^{\circ}\text{C}$ ).

As amostras das rações, sobras e fezes foram descongeladas à temperatura ambiente, para proceder-se a pré-secagem. Posteriormente as amostras foram moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm e acondicionadas em recipientes plásticos para futuras análises.

Para as determinações da matéria seca, matéria mineral, matéria orgânica e proteína bruta do material analisado, seguiu-se a metodologia proposta por AOAC (1997). A quantificação da FDN, FDA, utilizou-se a metodologia descrita por Van Soest et al.(1991).

As determinações dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido e energia bruta foram feitas a partir da seguinte fórmula:  $[(\text{Consumo do nutriente em gramas} - \text{quantidade em gramas do nutriente nas fezes})/\text{Consumo do nutriente em gramas}]/100$ , segundo Berchielli, et. al. (2006).

A energia bruta dos alimentos oferecidos, sobras, fezes e urina foram determinadas em calorímetro adiabático tipo PARR 2081. Para análise da urina, houve prévia desidratação em recipientes plásticos em estufa ventilada a  $65^{\circ}\text{C}$ , para permitir a sua combustão na bomba calorimétrica. A determinação da energia digestível foi feita através da diferença da energia bruta (EB) dos alimentos oferecidos menos a EB das sobras, menos a EB das fezes. Para o cálculo da energia metabolizável utilizou-se a fórmula de Blaxter e Clapperton (1965), onde a produção de metano foi estimada pela equação:  $C_m = 3,67 + 0,074 D$ , onde  $C_m$  = produção de metano em Kcal/100 Kcal de energia consumida e  $D$  = digestibilidade aparente da energia bruta do alimento. A energia metabolizável foi então estimada através da diferença entre energia digestível, menos energia da urina, menos produção estimada de metano.

### **Histomorfometria das papilas ruminais**

Os procedimentos de abate tiveram início quando os animais atingiram em média 84 dias de idade e peso vivo médio de 15 kg. Estes animais eram pesados abatidos e eviscerados conforme consta no protocolo CETEA 197/10. Na região da incisão, o esôfago foi amarrado com barbante para evitar saída de líquido ruminal. Realizou-se a evisceração através de corte único na região mediana do abdômen, iniciando-se na região do púbis em sentido ao esterno. As vísceras, órgãos abdominais, torácicos, cervicais (traquéia e esôfago) e língua foram retirados em etapa única e armazenados em caixa plástica para separação em bancada. Os procedimentos com as vísceras iniciou-se com ligadura dupla do trato digestivo nas regiões do cárdia, duodeno proximal e reto. Nas duas primeiras, realizou-se secção do conduto alimentício entre as ligaduras para obtenção do estômago total, composto de rúmen, retículo, omaso e abomaso, devidamente separado do baço e omento. O estômago total foi pesado cheio e depois separado por ligaduras nas junções rúmen-retículo, omaso e abomaso, sendo estes pesados cheios e depois vazios. Feito isto, foram identificados, conforme Getty (2000), os sacos cranial e ventral, os quais foram amostrados (cerca de 10cm<sup>2</sup>) para análise de morfologia de papilas. Com o material amostrado do saco ventral e cranial do rúmen procedeu-se a contagem e análise de morfologia das papilas ruminais. Cada fragmento, assim que coletado, foi imerso em solução tampão fosfato (PBS) e formol, conforme preconizado por Daniel et al. (2006), onde foi resfriado a -4°C em câmara fria. Para a contagem de papilas, as amostras do saco cranial e ventral de cada animal foram estendidas e fixadas em plataforma lisa onde foram realizadas seqüências de fotos utilizando uma régua graduada como parâmetro de comparação (Fig. 2).

Para as análises morfológicas o tecido amostrado foi levado ao Laboratório de Histopatologia do Departamento de Clínica da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, onde foram geradas lâminas para microscopia. Essa foi ampliada por um foto-microscópio, sendo então mensurados altura, largura, comprimento, distância entre papilas, espessura e área, conforme demonstrado na Figura 3. O valor médio de cada variável obtido a partir da mensuração das doze papilas foi registrado para análise estatística, representando o fragmento como um todo.

Para cálculo da área absorptiva por cm<sup>2</sup> foi utilizada a equação 1:

$$A_{abs} = ((N \times a) \times 2) - (N \times (L \times E)) \quad (1)$$

Onde:

A<sub>abs</sub> = Área absorptiva em cm<sup>2</sup>;

N = Contagem de papilas em número/cm<sup>2</sup>;

a = Área em cm<sup>2</sup>;

L = Largura da base em cm;

E = espessura em cm.

### **Desempenho e Desenvolvimento Corporal**

Ao nascimento dos animais e a cada 14 dias foram realizadas pesagens pela manhã, antes da primeira refeição, após 12 h de jejum de sólidos e dieta líquida, sendo avaliado o ganho de peso diário (GPD), calculado com a diferença entre o peso vivo inicial (PVI) e o peso vivo final (PVF) dividido pelo intervalo entre as coletas (IC) ((GPD = PVF – PVI)/IC).

As verificações biométricas tiveram início aos 30 dias de idade dos animais, posteriormente à pesagem, a cada quatorze dias, utilizando fita métrica flexível e hipômetro de PVC para determinar: 1- Altura de cernelha (AC), 2- Profundidade do anterior (Pa), 3- Altura da perna anterior (APa), 4- altura de garupa (AG), 5- Profundidade do posterior (Pp), 6- Altura da perna posterior (APp), 7- Largura do peito (LP), 8- Comprimento corporal (CC), 9- perímetro torácico (PT), 10- comprimento de paleta (Cpa), 11- comprimento de pernil (Cpe), 12- Perímetro da paleta (Ppa), 13- Perímetro de pernil (Ppe), de acordo com Osório et al. (1998) (Figura 4 e 5). Todas as medidas foram tomadas com os animais dispostos em superfície horizontal e plana e sempre pela mesma pessoa.

Concomitantemente, medidas ultrassonográficas foram realizadas da área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura subcutânea por ultra-som (EGC). O equipamento utilizado foi um ultra-som ALOKA SSD 500, com transdutor linear de 3,5 MHz. Antes da captação das imagens por ultra-som, procedeu-se tricotomização e limpeza da região entre a 12a e 13a vértebras torácicas do lado esquerdo do animal.

### **Análise Estatística**

Para consumo e digestibilidade adotou-se um delineamento inteiramente casualizado utilizando-se o teste SNK a nível de 5% de probabilidade na análise de variância, empregando-se o programa estatístico SAEG 9.1 (2007), procedeu-se o teste de correlações, bem como a avaliação dos seus modelos pré definidos para determinação das equações, lineares e não lineares que melhor explicassem as respostas em cada variável estudada.

Para comparação das médias relativas à morfologia e contagem de papilas utilizou-se delineamento em blocos casualizados em arranjo fatorial (2 x 4), sendo o local de amostragem (saco cranial *versus* ventral) analisado como efeito de bloco, e o teste elencado o SNK.

$$Y_{ij} = m + C_i + L_j + CL_{ij} + e_{ij}$$

Onde:

m = média geral da variável analisada;

C<sub>i</sub> = concentração de glucose incorporadas ao sucedâneo;

L<sub>j</sub> = efeito do local anatômico da amostragem;

CL<sub>ij</sub> = efeito da interação concentração d ou glucose com local da amostragem;

e<sub>ij</sub> = erro residual aleatório.

Para desempenho e desenvolvimento corporal adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 5 (quatro níveis do alimento energético x 5 dias de prova), utilizando-se o teste SNK a nível de 5% de probabilidade na análise de variância, empregando-se o programa estatístico SAEG 9.1 (2007), procedeu-se o teste de correlações, bem como a avaliação dos seus modelos pré definidos para determinação das equações, lineares e não lineares que melhor explicassem as respostas em cada variável estudada.

### 3. Resultados e discussão

Os resultados para consumo de matéria seca e matéria orgânica, bem como seus valores de digestibilidade e retenção estão apresentados na tabela 22. Observou-se decréscimo do consumo de matéria seca e matéria orgânica em função da inclusão de glucose na dieta dos animais (P<0,05).

Abassi et al. (2012), trabalhando com cabritos Kamori, observaram ligeiro aumento da ingestão de MS com o decréscimo da energia da dieta, respostas também observadas por Shahjalal et al. (1992), ao trabalhar com diferentes níveis de energia na dieta de caprinos Angorá. Em contraste, Syed (2009) observou baixos níveis de ingestão com maior ganho de peso vivo em cabritos alimentados com dietas com alto teor de energia.

Aparentemente a redução de consumo encontrada, foi estabelecida pelo animal por saciedade química, e não por repleção do trato digestório. Pequenos ruminantes têm a capacidade de adaptação às mais diversas condições de alimentação, manejo e ambiente, modificando seus parâmetros de comportamento ingestivo para alcançar e manter determinado nível de consumo compatível com as exigências nutricionais (SILANIKOVE, 1992; CARDOSO et al., 2006).

Tabela 22 Consumo de matéria seca (CMS) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMSPV), em gramas/kg<sup>0,75</sup> (CMSPM), digestibilidade da matéria seca (DIGMS) consumo de matéria mineral (CMM) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMMPV), em gramas/kg<sup>0,75</sup> (CMMPM), retenção de matéria mineral (RETMM), consumo de matéria orgânica (CMO), em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMOPV), em gramas/kg<sup>0,75</sup> (CMOPM), e digestibilidade da matéria orgânica (DIGMO) em função das inclusões de glicose

	Glucose				
	0	1,25	2,50	3,75	CV
CMS	320,77a	310,77a	292,04ab	201,51b	21,92
CMS%PV	2,29	2,19	2,03	1,69	18,64
CMSPM	44,32a	42,40a	39,44ab	31,35b	28,14
DIGMS%	65,29	62,40	73,64	67,79	10,41
CMO	302,49a	291,57a	272,86a	185,29b	21,82
CMO%PV	2,16	2,05	1,90	1,55	18,40
CMOPM	41,82a	39,76ab	36,88ab	28,80b	17,21
DIGMO%	67,30	64,70	75,03	69,92	10,08

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.

CV = coeficiente de variação.

Além disso, se a densidade energética da ração for alta, isto é, com baixa concentração de fibra em relação às exigências do animal, o consumo será limitado pela demanda energética e o animal poderá deixar de ingerir alimentos, mesmo que o rúmen não esteja repleto. Por outro lado, se a dieta for de baixa densidade energética, o consumo será limitado pela repleção ruminal (ÍTAVO et al., 2002).

Os resultados para consumo de proteína bruta, bem como a digestibilidade da mesma obtiveram diferença significativa ( $P < 0,05$ ), e se encontram na tabela 23. A redução da quantidade de proteína bruta, de certa forma, já era esperada, uma vez que o balanceamento das dietas experimentais propunham tal redução gradativa dentre os tratamentos em si. Para tal, observa-se redução linear, acompanhando assim o comportamento de ingestão de matéria seca, obtidos na tabela acima.

Tabela 23 Consumo de proteína bruta (CPB) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CPBPV), em gramas/kg<sup>0,75</sup> (CPBPM), consumo da proteína digestível (CPBDIG) em gramas e porcentagem, em função das inclusões de glicose

	Controle		Glucose		
	0	1,25	2,50	3,75	CV
CPB	59,39a	49,07ab	43,56b	29,71c	18,27
CPB%PV	0,42a	0,35ab	0,30bc	0,24c	17,10
CPBPM	8,23a	6,79b	5,89bc	4,60c	15,23
CPBDIG	37,23a	26,40b	28,14ab	15,55c	24,01
DIGPB%	62,79	57,74	63,19	58,83	12,65

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.

CV = coeficiente de variação.

No entanto, destaca-se os valores de digestibilidade da proteína para valores de inclusão de 2,50% de glucose industrial na dieta. Apesar da redução linear da ingestão de proteína, o comportamento dos dados não apresentou o mesmo, havendo similaridade dos valores de digestibilidade no tratamento 2,50% quando comparado com o grupo controle. Elamin et al. (2012), trabalhando com diferenças raças caprinas do Sudão, encontrou comportamento de digestibilidade parecido ao avaliar 3 dietas com diferentes níveis de energia. Apesar da significância encontrada em todos os parâmetros estudado, esse ligeiro aumento no nível intermediário de inclusão de energia é por ele dado como comportamento biológico individual, sem explicação plausível quando trabalhado em pré-ruminantes. Considerando os animais como ruminantes funcionais ou semi-funcionais, tal fato poderia ser explicado pelo sinergismo de degradação de proteína e energia no rúmen, através da melhoria das condições ambientais do mesmo e uma maximização da produção microbiana (Van SOEST, 1994). Tal situação apontaria o tratamento 2,50% de inclusão de glucose como o de melhor digestibilidade da proteína, porém, abaixo do tratamento controle.

Os dados referentes ao consumo e digestibilidade de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) são apresentados na tabela 24. Consumos de FDN e FDA apresentam comportamento parecido com a ingestão de MS acima apresentado, reduzindo linearmente ao longo dos tratamentos, apesar dos dados de controle estarem dispostos entre os tratamentos intermediários de glucose. Tal diferença pode ocorrer, independente da ingestão de MS, e é apontada por Forbes (1995) como comportamento de ingestão individual de cada animal.

Tabela 24 Consumo de FDN (CFDN) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CFDN%PV), em gramas/kg<sup>0,75</sup> (CFDNPM), digestibilidade do FDN (DIGFDN), Consumo de FDA (CFDA) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CFDA%PV), em gramas/kg<sup>0,75</sup> (CFDAPM), digestibilidade do FDA (DIGFDA) em função das inclusões de glucose

	Controle		Glucose		
	0	1,25	2,50	3,75	CV
CFDN	67,28	81,10	70,58	49,38	31,89
CFDN%PV	0,48	0,57	0,52	0,34	28,85
CFDNPM	9,40	11,15	10,22	6,44	30,00
DIGFDN%	33,10	31,82	53,02	41,05	40,55
CFDA	29,73	51,94	49,43	48,21	32,86
CFDA%PV	0,21	0,36	0,36	0,36	32,24
CFDAPM	4,17	7,09	7,06	6,76	32,27
DIGFDA%	35,82	50,07	68,22	74,82	25,02

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.

CV = coeficiente de variação.

Caprinos e ovinos possuem a capacidade de adaptação e seleção de alimento de acordo com a qualidade, disponibilidade ou necessidade de nutrientes, manejo e ambiente, modificando seus parâmetros de ingestão para alcançar e manter determinado equilíbrio compatível entre consumo e exigências nutricionais (Van SOEST, 1994). As dietas foram dispostas na proporção de 70:30, concentrado e volumoso respectivamente, *ad libitum*, fazendo com que o consumo de concentrado e feno fossem à vontade e tornando o totalmente individuais. A digestibilidade de fibra por sua vez não demonstrou diferença em nenhuma das porções estudadas. Aparentemente, o aumento de energia da dieta via sucedâneo não influenciou significativamente na fermentação/digestão da fibra.

Os resultados de consumo de energia e suas frações estão dispostas na tabela 25. Já os resultados de consumo e retenção de água pelos animais estão na tabela 8. Não foram observados significância para consumo de energia bruta por unidade de peso metabólico, consumo de energia digestível, digestibilidade da energia e consumo de energia metabólica para teores de inclusão de glucose.

Tabela 25 Consumo de energia bruta (CEB) em Mcal/dia, em Kcal/kg de PV (CEB%PV), em Kcal/Kg<sup>0,75</sup> (CEBPM), consumo de energia digestível (CED), em Mcal/dia, digestibilidade da energia bruta (ED) em %, e consumo de energia metabolizável (CEM) em Mcal/dia em função das inclusões de glucose

	Controle		Glucose		
	0	1,25	2,50	3,75	CV
CEB	1,66a	1,60ab	1,49ab	1,07b	16,65
CEB%PV	11,92	11,34	10,40	9,11	18,60
CEBPM	230,23a	219,28a	202,02ab	167,96b	16,35
CED	1,22	1,11	1,14	0,88	21,44
ED%	72,94	70,11	78,11	76,76	6,84
CEM	1,06	0,97	1,01	0,76	22,17

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.  
CV = coeficiente de variação.

Por sua vez, o consumo de energia bruta e consumo de energia bruta por unidade de tamanho metabólico foram significativos, acompanhando a tendência dos dados de ingestão de MS, reduzindo o teor energético com o aumento da inclusão de glucose.

Os resultados observados para consumo, consumo por unidade de peso metabólico e retenção de água, por sua vez, obtiveram diferença significativa para o tratamento de glucose, com aumento linear dos consumos e retenção de água em função do aumento da inclusão (tabela 26). De acordo com Pereyra e Leiras (1991), Ferreira et al.(2002) e NRC (2007), os fatores que afetam o consumo de água são: calor, que promove aumento mais efetivo no

consumo de água; consumo de matéria seca, que mantém uma relação direta com o consumo de água; suplementação mineral, que aumenta o consumo principalmente em fêmeas gestantes e lactantes; e confinamento, animais estabulados tendem ao aumentar o consumo em relação aos que estão em pastejo.

Tabela 26 Consumo de água (CH<sub>2</sub>O) em L/dia, em g/kg (CH<sub>2</sub>O%PV), em g/kg<sup>0,75</sup> (CH<sub>2</sub>OPM), e balanço hídrico em L/dia (RH<sub>2</sub>O) em função das inclusões de glucose

	Controle		Glucose		
	0	1,25	2,50	3,75	CV
CH <sub>2</sub> O (L/dia)	1,118Bb	1,165b	1,295b	1,530a	11,04
CH <sub>2</sub> O%PV	8,14b	8,60b	9,06b	12,81a	25,02
CH <sub>2</sub> OPM (g/kg <sup>0,75</sup> )	156,68b	164,67b	176,18b	236,51a	19,56
Balanço Hídrico (L/dia)	0,416c	0,510c	0,752b	0,989a	28,88

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.  
CV = coeficiente de variação.

Entretanto, o resultado encontrado para animais alimentados com glucose industrial foi oposto ao preconizado: aumento do consumo de água mesmo com redução do consumo de MS. Tal resposta pode ser considerada um efeito biológico de ordem comportamental.

Houve efeito significativo para consumo de matéria seca e consumo de matéria seca por unidade de tamanho metabólico para dietas contendo glucose, havendo queda linear do consumo em função da maior inclusão do aditivo sobre o sucedâneo reconstituído (tabela 27). Porém, tal declínio não afetou o peso encontrado de retículo-rumen dos animais, permitindo desenvolvimento do órgão independente da flutuação do consumo. Tal fato vai contra os trabalhos Hamada et al. (1976), que obtiveram aumento do peso do retículo-rumen com o acréscimo do aporte energético da dieta. De acordo com os autores, animais que receberam dietas contendo maiores teores de energia exibiram maior ganho de peso e conseqüentemente retículo-rumen mais pesado.

Tabela 27 Consumo de matéria seca (CMS) em gramas/dias, em gramas/kg de PV (CMSPV), em gramas/kg<sup>0,75</sup> (CMSPM), e peso do Rumen-retículo vazio em gramas, em função das inclusões de glucose

	Glucose				CV
	0	1,25	2,5	3,75	
CMS	320,77a	310,77a	292,04ab	201,51b	21,92
CMS%PV	2,29	2,19	2,03	1,69	18,64
CMSPM	44,32a	42,40a	39,44ab	31,35b	28,14
Rumen-retículo	405,50	416,00	497,75	368,80	11,99

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.  
CV = coeficiente de variação

Os dados morfométricos das papilas ruminais dos cabritinhos lactentes (número de papilas, altura, espessura, largura, distancia e área absorptiva) submetidos à ingestão de sucedâneos enriquecidos energeticamente com níveis específicos de glucose não sofreram efeitos dessa adição crescente ( $P>0,05$ ) como apresentado na tabela 28.

Tabela 28 Caracterização média das papilas ruminais obtidas no saco cranial ou ventral de cabritinhos recebendo sucedâneo comercial adicionados de distintas concentrações de glucose

	Glucose				
	0	1,25	2,50	3,75	CV
N. Papilas	126,9	123,8	103,1	115,3	21,44
Altura	1506,78	1197,58	1383,30	1334,97	25,77
Espessura	321,24	284,11	309,09	312,68	19,51
Largura	701,59	629,52	645,05	648,25	29,61
Distância	347,97	494,66	427,32	388,72	40,05
AABS	25,76	25,08	20,84	23,60	21,19

N. Papilas = número médio de papilas ruminais dos sacos ventral e dorsal por  $\text{cm}^2$ ; Altura = expressa em  $\mu\text{m}$ ; Espessura = expressa em  $\mu\text{m}$ ; Largura = expressa em  $\mu\text{m}$ ; Distância = expressa em  $\mu\text{m}$  e AABS = Área absorptiva em  $\text{cm}^2$ .

A parede ruminal é composta de partes que possuem crescimentos distintos, porém se comporta como um todo, quando há estímulo de crescimento de papilas em função de certo tratamento (Harrison et al., 1960). Rompala et al. (1990) e Costa et al. (2008) demonstram que o maior número de papilas se dá na região do saco ventral, onde está localizado o maior sítio de absorção de energia do rúmen, característica não observada neste ensaio (tabela 29)

Tabela 29 Caracterização das papilas ruminais obtidas no saco cranial ou ventral de cabritinhos recebendo sucedâneo comercial adicionados de distintas concentrações de glucose

	Glucose		
	Ventral	Cranial	CV
N. Papilas	126,86	107,66	21,44
Altura	1318,67	1392,65	25,77
Espessura	319,12	294,44	19,51
Largura	627,49	684,72	29,61
Distância	450,67	378,67	40,05
AABS	25,48	22,15	21,19

N. Papilas = número médio de papilas ruminais dos sacos ventral e dorsal por  $\text{cm}^2$ ; Altura = expressa em  $\mu\text{m}$ ; Espessura = expressa em  $\mu\text{m}$ ; Largura = expressa em  $\mu\text{m}$ ; Distância = expressa em  $\mu\text{m}$  e AABS = Área absorptiva em  $\text{cm}^2$ .

As papilas ruminais possuem sua distribuição, número e tamanho intimamente relacionados ao tipo de dieta oferecido ao animal, a digestibilidade dos nutrientes e disponibilidade da mesma (COSTA et al., 2008). Paiva e Lucci (1972) relatam que o desenvolvimento do rúmen em idades precoces está intimamente associado ao consumo de alimentos sólidos. A flutuação do consumo encontrada neste ensaio para animais alimentados com glucose não interferiu no desenvolvimento de papilas ruminais, sendo observada número

de papila por cm<sup>2</sup> muito superior aos encontrados por Berg et al. (1986) (67,3 papilas/cm<sup>2</sup>). Em contrapartida, altura e largura de papilas encontradas neste ensaio obtiveram menores valores, quando comparado com dados encontrados por Amaral et al. (2005), trabalhando com cabritos Saanen alimentados com diversas fontes energética na dieta.

Tentando definir um método para análise e amostragens de tecido ruminal, Lesmeister et al. (2004) chegaram à conclusão de que existe elevada correlação entre áreas do rúmen quando se observa o efeito de tratamentos como idade, sendo possível que uma única amostra de um mesmo local do rúmen possa representar o desenvolvimento de todo o epitélio ruminal. Os dados obtidos neste ensaio corrobora com a afirmação do autor, uma vez que não houve diferença significativa nas variáveis estudadas frente o local de coleta ou dieta experimental.

A maior inclusão de glicose nos sucedâneos implicou em queda no consumo de matéria seca (CMS) em gramas em relação ao grupo controle (0%) e àquele com menor veiculação deste produto comercial (1,25%), apresentou resposta errática quanto ao peso vivo (PV), diferindo-as apenas entre os níveis 2,5 e 3,75% de inclusão no sucedâneo, como visto na tabela 30.

Tabela 30 Consumo médio de matéria seca (CMS), ganho de peso diário (GPD) e peso vivo (PV) médio dos animais em função dos níveis de inclusão de glicose

	Glucose				CV
	0	1,25	2,50	3,75	
<b>CMS</b>	358,5b	632,2a	341,3c	260,1d	22,35
<b>CMSUTM</b>	67,01a	64,37a	57,54b	50,31c	23,68
<b>GPD</b>	0,130	0,128	0,133	0,112	49,45
<b>PV</b>	9,71ab	10,17ab	10,88a	9,00b	<b>19,90</b>

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK. CMS = expresso em gramas por dia; CMSUTM = expresso em gramas por unidade de tamanho metabólico/dia; GPD = expresso em gramas por dia e PV = expresso em quilogramas.

CV = coeficiente de variação.

Trabalhos com caprinos Angorá e Kamori, realizados por Shahjalal et al. (1992) e Abassi et al. (2012) respectivamente, apresentam o mesmo tipo aqui estudado, reduzindo o CMS com o aumento dos teores de energia da dieta. Sayed (2009) apontou que tal comportamento se dá pela saciedade química do animal e não por repleção do rúmen, uma vez que pequenos ruminantes tem a capacidade de selecionar alimentos em função da sua exigência nutricional, e o consumo pode ser limitado em função dessa demanda energética. Outras explicações, apesar de ser difícil realizar inferência segura, pode-se inferir quanto a tais flutuações nas respostas a correlação com o clima, aspectos sociais como aqueles

responsáveis pela hierarquia grupal e mesmo sob o ponto de vista fisiológicos e bioquímicos de cunho individual, podem ter ocasionado tais respostas.

De forma irrelevante, Segundo Euclides e Rostagno (2001), a adição de energia na dieta, mantendo níveis adequados dos demais nutrientes, promove crescimento até que a exigência animal seja plenamente atendida. A partir daí, existirá uma faixa de estabilização no crescimento e em seguida, perda de eficiência de metabolização da energia e crescimento, podendo levar a modificação do perfil de deposição de tecido, queda de consumo, queda no ganho de peso e perda de peso do animal. Seria este o comportamento esperado neste ensaio para as variáveis, CMS, GPD de PV.

Os dados referentes a medidas ultrassonográficas do *Longissimus dorsi* (Área de olho de lombo - AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGC), em função da inclusão de glucose no sucedâneo foram significativas, e são apresentadas na tabela 31.

Tabela 31 Medidas ultrassonográficas da área de olho de lombo - AOL (mm<sup>2</sup>) e espessura de gordura subcutânea - EGC (mm) em função da inclusão de glucose na dieta dos animais

	Controle		Glucose		CV
	0	1,25	2,50	3,75	
AOL	246,8ab	249,3ab	285,4a	233,3b	24,36
EGC	0,72b	0,84ab	0,91a	0,84ab	24,81

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.

CV = coeficiente de variação.

A mensuração da área de olho de lombo (AOL) é uma maneira confiável para predizer o crescimento muscular, possuindo alta correlação com o peso de abate dos animais (Sainz, 1996). Medidas de AOL e EGC mostraram repostas distintas em razão da incorporação de glucose. Usando glucose a única diferença que se obteve para AOL foi entre a inclusões de 2,5 e 3,75% no sucedâneo (285,4 vs 233,3 mm<sup>2</sup>, respectivamente), onde a maior inclusão apresentou menor AOL, enquanto ambos os tratamentos equivaleram-se aos demais. Resultados semelhantes foram evidenciados por Gomes et al. (2011) e Gunn et al. (2010a e b) que trabalharam com níveis crescente de glicerina de 0, 15 e 30%; 0, 15, 30 e 45%; e 0, 5, 10, 15 e 20% na dieta de ovinos, respectivamente, atribuindo este fato ao consumo de matéria seca em animais submetidos a dietas com níveis crescentes de glicerina bruta, conseqüentemente. Quanto maior a ingestão, maior a quantidade de energia disponibilizada para crescimento tecidual muscular e deposição de gordura na carcaça.

Quanto ao depósito de gordura subcutânea, o emprego de glucose em 2,5% do sucedâneo foi eficiente para promover maior deposição em comparação ao controle (0,72 vs 0,91 mm), sendo que os demais níveis mostraram equivalência com esses e entre si.

Foi também evidenciado diferença significativa da AOL e EGC em função da idade dos animais. Muito embora possa representar também o efeito das inclusões dos ingredientes energéticos nas rações, não se pode perder de vista o fato de que o próprio crescimento animal impõe tais alterações. É possível observar um comportamento quadrático no crescimento de AOL para tratamentos de glucose, com estabilização da curva de crescimento do músculo a partir do dia 42, e crescimento linear de EGC em dietas contendo glucose (tabela 32). Tais resultados também foram evidenciados por Gomes et al. (2011) e Gunn et al.(2010a e b), trabalhando com ovinos alimentados com níveis crescentes de energia na dieta.

Tabela 32 Medidas ultrassonográficas da área de olho de lombo - AOL (mm<sup>2</sup>) e espessura de gordura subcutânea EGC (mm) em função da idade dos animais

	Glucose	
	AOL	EGC
<b>1</b>	184,5c	0,42d
<b>14</b>	203,1bc	0,55d
<b>28</b>	238,6b	0,74c
<b>42</b>	302,6a	1,10b
<b>56</b>	339,5a	1,32a
<b>CV</b>	24,36	24,81

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.

CV = coeficiente de variação.

Os valores de espessura de gordura subcutânea foram altos, quando comparados com a literatura (Colomer-Rocher et al.,1987; Bueno et al., 1997; Cordeiro, 2008), e denotam grande deposição de gordura nessa região. Apesar de que cabritos abatidos precocemente possuem pouca ou nenhuma deposição de gordura subcutânea, o maior teor energético das dietas proporcionaram tal efeito, superando os valores médios dos autores supracitados em quase 1 mm de espessura. Esse é portanto um claro indício de que pode-se alterar o metabolismo energético de cabritinhos leiteiro utilizando-se de fontes energéticas pouco frequentes na formulação de dietas para essa fase.

As equações de regressão para prever a AOL tiveram significância, porem menor r<sup>2</sup> (tabela 33), o que passa a indicar que estas equações podem ser utilizadas para prever a área do olho de lombo em caprinos, bem como correlacionar esta medida com o lombo, PCQ e PCF, que refletem a musculosidade da carcaça. A AOL também tem alta correlação com o ganho de peso do animal e peso de abate do animal. Já as equações de regressão para EGC do músculo *Longissimus dorsi*, que prediz a gordura na carcaça, possuíram alto R<sup>2</sup>, permitindo indicar o uso destas equações para prever a gordura da carcaça.

Tabela 33 Equações de predição para da área de olho de lombo - AOL (mm<sup>2</sup>) e espessura de gordura subcutânea EGC (mm) em função idade dos animais

	<b>Glucose</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
AOL	$Y=178,241+1,723x+0,021x^2$	0,48
EGC	$Y= 0,353+0,016x$	0,71

Os dados referentes às medidas biométricas dos animais, em função do nível de glucose na dieta dos animais, estão dispostos nas tabelas 34. Houve diferença significativa para medidas como profundidade do anterior (Pa), altura da garupa (AG), profundidade do posterior (Pp), comprimento corporal (CC) e perímetro torácico (PT) para tratamentos com inclusão de glucose. Para todas as medidas, maiores resultados foram apontados para a inclusão de 2,50% sobre o sucedâneo reconstituído, demonstrando melhor eficiência na utilização energética para crescimento corporal nesse nível de inclusão.

Tabela 34 Medidas biométricas de cabritinhos Saanen em função da inclusão de glucose no sucedâneo

	<b>Glucose</b>				
	<b>0</b>	<b>1,25</b>	<b>2,50</b>	<b>3,75</b>	<b>CV</b>
AC	42,93	43,73	43,13	41,51	6,98
Pa	17,40bc	18,12ab	18,72a	16,76c	7,74
APa	25,53	25,61	24,41	24,74	8,25
AG	44,04a	44,00a	44,13a	41,56b	6,81
Pp	18,11ab	18,11ab	18,56a	16,89b	10,24
APp	25,93	25,89	25,57	24,67	7,80
LP	12,03	11,82	12,32	12,02	10,59
CC	41,39ab	42,54ab	43,05a	40,41b	7,70
PT	47,93b	49,48ab	50,50a	47,22b	6,75
Cpa	14,49	14,96	14,88	14,15	7,92
Cpe	15,26	15,82	15,75	15,00	7,95
Ppa	13,60	13,52	13,98	13,19	12,15
Ppe	17,17	16,82	17,31	16,72	14,04

AC=altura de cernelha, Pa=Profundidade do anterior, APa=Altura da perna anterior, AG=altura de garupa,Pp=Profundidade do posterior, APp=Altura da perna posterior, LP=largura do peito (LP),CC=comprimento corporal, PT=perímetro torácico, Cpa=comprimento de paleta, Cpe=comprimento de pernil, Ppa=Perímetro da paleta, Ppe=perímetro de pernil

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.

CV = coeficiente de variação.

Nas tabelas 35 estão apresentados os dados referentes às medidas biométricas dos animais, por tratamento, em função da idade dos mesmos. Como regra geral, os pequenos ruminantes apresentam uma curva sigmóide de crescimento, onde inicialmente é rápida, ficando mais lenta ao se aproximar da puberdade e declina progressivamente até a fase adulta (ALCALDE, 1990; DI MARCO et al., 2007). O crescimento dos músculos, gorduras e ossos

obedecem a uma onda que, à medida que a idade avança, atravessa as diferentes regiões do corpo, tendo início na cabeça, pescoço e porções distais das extremidades (anteriores e posteriores) e terminando na região lombar (PARDI et al., 2005). A velocidade de crescimento dos diferentes músculos é variável, visto que os músculos mais longos apresentam uma velocidade de crescimento pós-natal mais rápida.

Tabela 35 Medidas biométricas dos animais em função dos dias experimentais sobre os tratamentos de glucose

	Glucose					
	1	14	28	42	56	CV
AC	37,91c	40,40bc	43,12b	44,63a	48,06a	6,98
Pa	15,70d	16,35d	17,68c	18,89b	20,13a	7,74
APa	22,20c	24,05b	25,44b	25,74b	27,92a	8,25
AG	37,74d	41,06c	43,94b	45,84b	48,59a	6,81
Pp	15,30c	16,29c	18,03b	19,27b	20,69a	10,24
APp	22,43d	24,76c	25,91bc	26,57ab	27,90a	7,80
LP	10,38c	10,78c	12,45b	12,96ab	13,67a	10,59
CC	37,77d	38,46d	41,42c	44,32b	47,26a	7,70
PT	42,67e	45,53d	48,86c	51,56b	55,28a	6,75
Cpa	12,76d	13,62c	14,33c	15,67b	16,72a	7,92
Cpe	13,66d	14,67c	15,64b	16,40ab	16,90a	7,95
Ppa	11,40b	13,20a	14,38a	14,62a	14,26a	12,15
Ppe	13,40d	15,93c	17,34bc	18,82ab	19,53a	14,04

AC=altura de cernelha, Pa=Profundidade do anterior, APa=Altura da perna anterior, AG=altura de garupa, Pp=Profundidade do posterior, APp=Altura da perna posterior, LP=largura do peito (LP), CC=comprimento corporal, PT=perímetro torácico, Cpa=comprimento de paleta, Cpe=comprimento de pernil, Ppa=Perímetro da paleta, Ppe=perímetro de pernil

Letras distintas nas linhas representam diferença significativa a 5% pelo teste SNK.

CV = coeficiente de variação.

Em termos gerais, observa-se efeito quadrático no crescimento, evidenciando estabilização a partir do dia 42 para AC, APp, LP, Cpa e Ppe para animais alimentados com glucose. Demais medidas demonstram efeito linear, indicando que os animais continuam a crescer.

Em vista dos efeitos lineares e quadráticos observados sobre as medidas biométricas, equações de regressão foram geradas para predição do crescimento e desenvolvimento corporal em função do tempo (tabela 36), com efeito não significativo para medidas de altura de cernelha, largura de peito e comprimento de pernil.

A maior parte das equações geradas foram lineares, com R<sup>2</sup> médio a alto, predizendo com confiança as medidas biométricas estudadas. Equações de regressão com efeito quadrático foram evidenciadas para APp, Ppa e Ppe, em animais submetidos a dietas contendo glucose. Infere-se então, através das equações de regressão geradas, que as partes mensuradas dentro do período estudado descrevem um crescimento alométrico, já que certas porções

corporais tendem a estabilizar o crescimento enquanto que outras continuam em crescimento pleno.

Tabela 36 Equações de regressão geradas em função das medidas biométricas dos animais submetidos às dietas experimentais em função da idade

	Glucose	R2
AC	ns	-
Pa	$Y=15,370+0,082x$	0,55
APa	$Y=22,375+0,095x$	0,46
AG	$Y=37,913+0,191x$	0,62
Pp	$Y=15,041+0,099x$	0,54
APp	$Y=22,413+0,152x-0,001x^2$	0,46
LP	ns	-
CC	$Y=36,671+0,18x$	0,55
PT	$Y=42,354+0,224x$	0,64
Cpa	$Y=12,571+0,071x$	0,59
Cpe	ns	-
Ppa	$Y=11,236+0,165x-0,002x^2$	0,36
Ppe	$Y=13,264+0,195x-0,002x^2$	0,48

AC=altura de cernelha, Pa=Profundidade do anterior, APa=Altura da perna anterior, AG=altura de garupa,Pp=Profundidade do posterior, APp=Altura da perna posterior, LP=largura do peito (LP),CC=comprimento corporal, PT=perímetro torácico, Cpa=comprimento de paleta, Cpe=comprimento de pernil, Ppa=Perímetro da paleta, Ppe=perímetro de pernil

#### 4. Conclusão

A inclusão de glucose industrial no sucedâneo dos animais afeta o consumo de nutrientes pelos animais, demonstrando o nível de 2,50% de inclusão o mais favorável entre consumo e digestibilidade de nutrientes.

Independente dos níveis estudados a inclusão de glucose fornecidas no sucedâneo como fontes de energia não afetaram variáveis morfométricas das papilas ruminais.

O emprego de Glucose em sucedâneos lácteos para cabritinhos apresenta melhor relação entre ingestão de matéria seca, desempenho e desenvolvimento corporal, em cabritinhos em fase de aleitamento quando utilizado em até 2,5% de inclusão no mesmo.

Glucose industrial podem ser empregada de forma efetiva e controlada no enriquecimento energético de sucedâneos para caprinos na fase de cria.

#### 5. Referencias bibliográficas

ABBASI, S.A., MUZAFAR, A.V., SOOMRO, S.A.ET AL. Dietary energy levels and growth performance of kamori goat , *IJAVMS*, vol. 6, issue 6, 473-479p., 2012.

- ALCALDE, M.J. *Producción de carne en la raza Merina: crecimiento y calidad de la canal*. 1990. 192f. Tesina de licenciatura. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza, España.
- AMARAL, C.M.C., SUGOHARA, A., RESENDE, K.T. et al. Performance and ruminal morphologic characteristics of Saanen kids fed ground, pelleted or extruded total ration. *Small Rum. Res.*, issue 58, 47–57p., 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 16ed. Gaithersburg, MD: AOAC International, 1997.
- BERCHIELLI, T.T., PIRES, A.V., OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p.151-182, 583p., 2006.
- BERG, R.; RIEGER, C.; ENANY, E.I. Anatomical studies into the ruminal mucosa of pigmy goats in relation to their age. *Arch. Thierernahr.* v. 36, n. 7, p. 611-616, 1986.
- BLAXTER, K. L. e CLAPPERTON, J. L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *Brit. J. Nutr.*, v;19, n.4, p.511-522, 1965.
- BUENO, M. S.; SANTOS, L. E.; CUNHA, E. A.; et al. Avaliação de carcaças de cabritos abatidos com diferentes pesos vivos. *Boletim da Indústria Animal*, v. 54, n. 2, p.61-67, 1997.
- CARDOSO, A.R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. *Ciê. Rural*, v.36, n.2, p.604-609, 2006.
- COLOMER-ROCHER, F. Factors influencing carcass quality. Carcass component and composition. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4., 1987, Brasília-DF. *Proceedings...* Brasília: EMBRAPA, 1987. p.181-194.
- CORDEIRO, J. C. *Desempenho de caprinos saanen, na recria, Alimentados com dietas contendo bandinha de Feijão*. 2008. 87f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) - Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- COSTA, S. F.; PEREIRA, M. N.; MELO, L. Q.; RESENDE JUNIOR, J. C.; CHAVES, M. L. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerros –I Aspectos histológicos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootecn.*, v.60, n.1, p.1-9, 2008.
- DANIEL J.L.P., RESENDE JÚNIOR J.C., CRUZ F.J. Participação do ruminotriclo e omaso na superfície absorptiva total do proventrículo de bovinos. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 43:688-694, 2006.
- DI MARCO, O.N.; BARCELLOS, J.O.J.; COSTA, E.C. **Crescimento de bovinos de corte**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. 276p.
- DIAS, A.M.A.; BATISTA, A.M.V.; CARVALHO, F.F.R. et al. Características de carcaça e rendimento de buchada de caprinos alimentados com farelo grosso de trigo em substituição ao milho. *Rev. Bras. Zootecn.*, v.37, n.7, p.1280-1285, 2008.
- EBRAHIMI R., AHMADI H. R., ZAMIRI M.J. et al. Effect of energy and protein levels on feedlot performance and carcass characteristics of mehraban ram lamb. Pakistan *J. Biol. Sci.* 10(10): 1679-1684p., 2007.
- ELAMIN, K.M., TAMEEM, E., AMIM, A.E., ET AL. Digestibility and nitrogen balance of Sudan goats ecotypes fed different energy/protein levels. *Asian J Anim Sci.*, issue 6 (5), 230-239p., 2012.

- ESPECHIT, C.J.B. *Desenvolvimento ponderal e do estômago de cabritos submetidos a dietas com feno e concentrado*. 2003. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG.
- EUCLYDES, R. F.; ROSTAGNO, H. S. **Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho** [mensagem pessoal]. Texto enviado por <[rostagno@ufv.br](mailto:rostagno@ufv.br)> em 20 set. 2001. Palestra proferida no Workshop Latino Americano Anjinomoto Biolatina, em Foz do Iguaçu, 18-20 de junho de 2001.
- FERREIRA, A.V.; HOFFMAN, L.C.; SCHOEMAN, S.J. Water intake of Boer goats and mutton merinos receiving either a low or high energy feedlot diet. *Small Rum. Res.*, v.43, p.245-248, 2002.
- FORBES, J.F. **Voluntary food intake and diet selection**. Cabo: International, 1995,625p.
- GETTY R. **Anatomia dos Animais Domésticos**. 5ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 2000, 186p.
- GOMES, M. A. B.; MORAES, G. V.; MATAVELI, M. Performance and carcass characteristics of lambs fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel production. *Rev. Bras. Zootecn*, v.40, n.10, p.2211-2219, 2011.
- GUNN, P.J.; NEARY, M.K.; LEMENAGER, R.P. Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. *J. Anim. Sci.*, v.88, p.1771-1776, 2010b.
- GUNN, P.J.; SCHULTZ, A.F.; VAN EMON, M.L. Effects of elevated crude glycerin concentrations on feedlot performance, carcass characteristics, and serum metabolite and hormone concentrations in finishing ewe and wether lambs. *Prof. Anim Sci.*, v.26, p.298-306, 2010a.
- HAMADA, T., MAEDA, S., KAMEOKA, K. Factors influencing growth of rumen, liver and other organs in kids weaned from milk replacers to solid foods. *J. Dairy Sci.* (59), 1110-1118, 1976.
- HARRISON H.N., WARNER R.G., SANDER E.G. et al. Changes in the tissue and volume of the stomachs of calves following the removal of dry feed or consumption of inert bulk. *J. Dairy Sci.* 43:1301-1312, 1960.
- HULL, P. **Glucose Syrups: Technology and Applications**. Oxford, UK:Wiley-Blackwell, 2010. 368p.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Níveis de concentrado e proteína bruta na dieta de bovinos Nelore nas fases de recria e terminação: Consumo e digestibilidade. *Rev. Bras. Zootecn.*, v.31, n.2, p.1033-1041, 2002
- LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.; PEREIRA, L.G.; et al. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.45, n.9, p.1012-1020, 2010
- LESMEISTER K.E., TOZER P.R., HEINRICHS A.J. Development and analysis of a rumen tissue sampling procedure. *J. Dairy Sci.*, 87:1336- 1344, 2004.
- MEDEIROS, A.N. *Efeito do sistema de aleitamento sobre o desempenho de caprinos*. 1996. 62p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade de Pernambuco, Recife, PE.
- NAPPERT, G.; ZELLO, G.A.; NAYLOR, J.M. Oral rehydration therapy for diarrheic calves. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v.19, n.8, 1997, p.S181-9.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of small ruminants**: 1 ed. Washington: National Academy Press, 2007, 362p.
- PAIVA, J.A.J.; LUCCI, C.S. Alimentação de bezerros com mistura concentrada comum + feno de soja perene. II Desenvolvimento dos pró-ventrículos. **Boletim da Indústria Animal**, v.29, n.1, p.151-159, 1972.
- PARDI, M.F.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Editora: UFG, 2ed., 2005, 624p.
- PEREYRA, H.; LEIRAS, M.A. Comportamento Bovino de Alimentación, Rumia y Bebida. Fleckvieh-Simental , v.9, n.51, p.24-27, 1991.
- ROMPALA, R.E., HOAGLAND, T.A., MEISTER, J.A. Modifications in growth and morphology of ovine jejunal and ruminal epithelia as affected by inert dietary substances. **J. Anim. Sci.** (68), 2530–2535. 1990.
- SAEG – **Sistema para análises estatísticas**, *Manual da Versão 9.1*. Fundação Arthur Bernardes, Universidade Federal de Viçosa, 2007. 140p.
- SAINZ, R.D. Qualidade de carcaças e de carnes de ovinos e caprinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...**Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.3-14.
- SAYED, A.B.N. Effect of different dietary energy levels on the performance and nutrient digestibility of lambs. **Vet. World.** 2(11):418-420, 2009.
- SHAHJALAL, M.D., GALLRIATH, H., TOPP, J.H.. The effect of changes in dietary protein and energy on growth, body composition and Mohair fiber characteristics of British angora goats. **J. Anim. Prod.**, 54: 405 – 412, 1992.
- SILANIKOVE, N. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. *Livestock Production Science*, v.30, p.175-194, 1992.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock Publ. Assoc. Ithaca, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J.B, LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Anim. Sci.**, 74:3582-3597, 1991.