

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA

**PERSISTÊNCIA DA LACTAÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE CABRAS  
SAANEN ALIMENTADAS COM RAÇÕES FORMULADAS POR DIFERENTES  
COMITÊS**

MARCUS VINICIUS DA FONSECA

Belo Horizonte  
2014

MARCUS VINICIUS DA FONSECA

**PERSISTÊNCIA DE LACTAÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE CABRAS  
SAANEN ALIMENTADAS COM RAÇÕES FORMULADAS POR DIFERENTES  
COMITÊS**

Dissertação 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 Mestre em Zootecnia

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

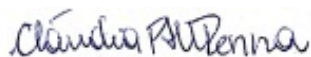
**Belo Horizonte  
2014**

Dissertação defendida e aprovada em 06/05/2014, pela Comissão Examinadora  
constituída por:



---

Prof. Dr. Iran Borges  
Orientador



---

Profa. Dra. Cláudia Freire de Andrade Morais Penna



---

Dra. Maria Izabel Carneiro Ferreira

F676p Fonseca, Marcus Vinicius da, 1986-  
Persistência de lactação e composição do leite de cabras Saanen alimentadas com  
rações formuladas por diferentes comitês / Marcus Vinicius da Fonseca. – 2014.  
59 p. : il.

Orientador: Iran Borges  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária  
Inclui bibliografia

1. Cabra – Alimentação e rações – Teses. 2. Produção animal – Teses. 3. Exigências  
nutricionais – Teses. 4. Leite de cabra – Composição – Teses. 5. Leite de cabra –  
Produção – Teses. 6. Lactação – Teses. I. Borges, Iran. II. Universidade Federal de Minas  
Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.390 8

Descobri como é bom chegar quando se tem paciência. E para se chegar, onde quer que seja, aprendi que não é preciso dominar a força, mas a razão. É preciso, antes de mais nada, querer.

(Amyr Klink)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado coragem, inteligência e determinação para superar todas as dificuldades e conseguir alcançar o meu objetivo.

Aos meus familiares Cezar, Graça, Fábio, Adriana, Leonardo, Marcelo, Lidenir e Marcelle que sempre me deram o exemplo da força de vontade, o carinho, a atenção e o apoio para vencer as batalhas do dia-a-dia e para concluir o curso de mestrado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Iran Borges, pela amizade, por me aceitar como orientado, pelo apoio e atenção durante todo o curso.

A Professora Claudia Penna, pela amizade e pelos conselhos na área de leite.

Aos pesquisadores da Embrapa Caprinos Núcleo Sudeste Dr. Jeferson Ferreira e Dr.(a) Maria Izabel por disponibilizar equipamentos e orientações concedidas.

Ao Núcleo de estudos Nepper pelo apoio durante a realização das análises laboratoriais e orientações durante o curso(Flavio, Luciana, Luigi, em especial a Pedro Andrade, Celson, Joana, Lucas, Fernando, Veridiana, Felipe, Taís, Tássia, Vandenberg, Hemilly...)

A Secretaria de Pós graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária.

Aos funcionários Toninho e Kelly do Laboratório de Nutrição da UFMG.

A todos os professores que tive durante o curso de graduação e mestrado, por demonstrarem interesse, profissionalismo, capacidade.

A minha fiel companheira, amiga, namorada Priscilla Schlukebier Serra, pela paciência e luta ao meu lado.

A todos os meus amigos da UFRRJ, pelo companheirismo, carinho e por estarem sempre presentes nos bons e maus momentos, em especial ao Carlos, Ricardo, Gustavo, Henrique, Rodrigo.

A Serotexas, por ter feito parte dos melhores momentos de minha vida, fazendo com que me destes forças para continuar a buscar a felicidade.

Aos amigos que conquistei Daniel Abreu e Leonardo Knupp, durante o período passado na UFV.

Ao amigo Felipe Leite pela parceria e ajuda desde os tempos de escola agrícola.

Aos amigos e companheiros durante o curso de mestrado Raphael Mourão, Hélio Henrique, André, Alexandre.

Ao médico veterinário Paulo Cordeiro e a CCA Laticínios em geral.

Ao Prof. Dr. Carlos Augusto de Oliveira pelo apoio e orientação.

Ao Dr. Mario Villaquiran, pelos ensinamentos sobre caprinocultura.

Aos criadores de cabras leiteiras, em especial ao Caetano e a associação Caprima onde aprendi muito.

Ao Capril Triqueda pela paixão criada com a produção animal, aos parceiros Evandro e William pelo empenho diário para manter o funcionamento da empresa.

Ao Roberto e João pela ajuda no desenvolvimento estrutural do projeto.

As pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

A Caprilat® pelo apoio nas análises de composição de leite.

A Capes pela concessão da bolsa de estudos.

---

## Sumário

---

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	14
2.1. Leite de cabra no Brasil e no mundo.....	17
2.2. Leite de cabra .....	17
2.3. Caracterização da raça Saanen .....	17
2.4. Manejo alimentar nas diferentes fases do ciclo de cabras leiteiras .....	18
2.5. Curva de lactação e persistência da lactação.....	21
2.6. Principais sistemas de avaliação dos sistemas de alimentação utilizados no Brasil .....	23
2.6.1. Sistema do National Research Council - NRC (2006) .....	27
2.6.2. Sistema do Agricultural and Food Research Council AFRC – (1993).....	28
2.6.3. Sistema do Institut National de la Recherche Agronomique INRA – (1988) .....	29
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1. Local.....	31
3.2. Instalações e animais .....	31
3.3. Ordenha .....	32
3.4. Manejo Nutricional .....	32
3.5. Análises Laboratoriais.....	34
3.5.1. Alimentos e sobras.....	34
3.5.2. Composição do leite.....	35
3.6. Análise econômica das dietas.....	36
3.7. Análises estatísticas.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
4.1. Predição <i>versus</i> observação do consumo de matéria seca.....	40
4.2. Persistência da lactação <i>versus</i> comitês .....	41
4.3. Produção de leite <i>versus</i> comitês e dias em lactação .....	42
4.4. Composição do leite <i>versus</i> comitês .....	43
4.5. Composição do leite <i>versus</i> dias em lactação .....	45
5. CONCLUSÕES .....	52
6. REFERÊNCIAS .....	53
ANEXO I.....	60
ANEXO II .....	61



---

## Lista de Tabelas

---

Tabela 1. Efetivo dos maiores rebanhos caprinos no mundo .....	14
Tabela 2. Composição dos nutrientes básicos dos leites de cabra, ovelha, vaca e humano .....	16
Tabela 3. Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro total (FDN total), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas (FDNc), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais totais (CHT), carboidratos não estruturais (CNE), lignina (LIG), cinzas (CIN), energia líquida (ELL), cálcio (Ca) e fósforo (P) dos ingredientes utilizados na formulação das dietas experimentais.....	33
Tabela 4. Composição centesimal e bromatológica das dietas experimentais .....	34
Tabela 5. Composição centesimal do sal mineral comercial Caprinofos Tortuga® .....	35
Tabela 6. Avaliação dos parâmetros para a regressão linear dos valores observados sobre os preditos, intercepto e coeficiente angular, Quadrado médio dos erros (QME) e Viés da predição .....	41
Tabela 7. Solução para estimar a produção leiteira ou composição em função dos dias de lactação para cabras alimentadas segundo os modelos AFRC (1993), INRA (1988) ou NRC (2006) .....	41
Tabela 8. Composição percentual em função dos dias de lactação para cabras alimentadas segundo os modelos AFRC (1993), INRA (1988) ou NRC (2006) .....	46
Tabela 9. Ingestão de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro em relação ao percentual de peso vivo das cabras, nos vários tratamentos.....	48
Tabela 10. Avaliação de custo em cada dieta, observada entre os tratamentos, custo total da dieta (animal) por dia, produção média em quilograma por dia, custo da dieta por quilograma de leite produzido, renda diária por animal dia, renda total em reais durante o período experimental .....	51

---

## Lista de Figuras

---

Figura 1. Ciclo produtivo e reprodutivo anual .....	19
Figura 2. Variação do peso vivo, da produção de leite, do nível de ingestão de matéria seca e do escore de condição corporal de cabras de alto potencial durante o ciclo de produção, considerando um intervalo de partos de 12 meses. ....	21
Figura 3. Instalação Experimental .....	32
Figura 4. Avaliação dos modelos por meio da regressão dos valores observados sobre os preditos por cada sistema nutricional. ....	40
Figura 5. Produções leiteiras quinzenais de cabras Saanen alimentadas com dietas calculadas de acordo com predições dos requisitos nutricionais por três sistemas nutricionais.....	41
Figura 6. Produções leiteiras observadas versus preditas pelo modelo de regressão linear mista .....	45
Figura 7. Percentual do componente gordura do leite em amostras quinzenais de cabras Saanen alimentadas com dietas calculadas de acordo com predições dos requisitos nutricionais por três sistemas nutricionais.....	47
Figura 8. Consumo de matéria seca observado por quinzena comparado ao percentual de peso vivo por de cabras Saanen alimentadas com dietas calculadas de acordo com predições dos requisitos nutricionais por três sistemas nutricionais. ....	49
Figura 9. Consumo de fibra em detergente neutro sobre o percentual de peso vivo em cada tratamento ao longo das quinzenas experimentais .....	49
Figura 10. Consumo de proteína bruta por percentual de peso vivo, quinzenais de cabras Saanen alimentadas com dietas calculadas de acordo com predições dos requisitos nutricionais por três sistemas nutricionais.....	50
Figura 11. Correlações entre as variáveis estudadas, Peso vivo (PV), produção de leite (Leite), dias em lactação (DEL), extrato seco total do leite (EST), percentual de proteína (PROT), percentual de gordura (GORD), percentual de lactose (LACT), contagem de células somáticas (CCS), consumo de matéria seca (CMS), consumo de proteína bruta (CPROT), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN).....	60
Figura 12. Correlações entre as variáveis estudadas, Peso vivo (PV), produção de leite (Leite), dias em lactação (DEL), extrato seco total do leite (EST), percentual de proteína (PROT), percentual de gordura (GORD), percentual de lactose (LACT), contagem de células somáticas (CCS), consumo de matéria seca (CMS), consumo de proteína bruta (CPROT), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN).....	61

---

## Lista de Siglas e Abreviaturas

---

AOAC: Association of Official Analytical Chemists  
AFRC: Agricultural and Food Research Council  
Ca: cálcio  
CCS: contagem de células somáticas  
CIN: cinzas  
CMS: consumo de matéria seca  
CSIRO: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization  
DEL: dia em lactação  
EB: energia bruta  
EE: extrato etéreo  
EM: energia metabolizável  
EST: extrato seco total  
FcDig: fator de correção para digestibilidade  
FcL: fator de correção para lactação  
FDA: fibra em detergente ácido  
FDN: fibra em detergente neutro  
FOR: fração de forragem na dieta  
GORD: Gordura  
IC: intervalo de confiança  
INRA: Frenche National for Agricultural Research  
LACT: lactose  
LIG: Lignina  
MM: matéria mineral  
MO: matéria orgânica  
MS: matéria seca  
NRC: NationalResearchCouncil  
NNP: Nitrogênio não protéico  
P: fósforo  
PB: proteína bruta  
pH: potencial hidrogenionico  
PM: proteína metabolizável  
PMAT: peso a maturidade  
PL: produção de leite  
PL<sub>3,5</sub>: produção de leite corrigido para 3,5% de gordura, kg/dia  
PV: peso vivo  
PV<sup>0,75</sup>: peso metabólico  
PROT: proteína  
Quinz: quinzena  
UF: unidade forrageira  
UFL: unidade forrageira leite  
Kg: quilograma  
TIR: taxa interna de retorno  
VPL: valor presente liquido

## RESUMO

O experimento foi conduzido com objetivo de avaliar e comparar a composição e a produção de leite de cabras Saanen submetidas a dietas formuladas utilizando os valores tabelados por três diferentes comitês de exigências nutricionais, comparando também a persistência de lactação das cabras. Os sistemas utilizados para gerar os valores de exigências nutricionais foram NRC (2006); AFRC (1993) e INRA (1988). O período experimental compreendeu 180 dias, entre o 72<sup>o</sup> dia até o 252<sup>o</sup> dia de lactação. Foram utilizados 30 animais, em delineamento em blocos ao acaso. O controle de alimentação foi realizado diariamente, sendo as amostras analisadas, quanto aos teores de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemiceluloses. No período de lactação, foi controlada, a cada 15 dias, a produção de leite e foram coletadas amostras para análises de sólidos totais, proteína bruta, gordura e lactose e células somáticas. Os valores de consumo de matéria seca preditos nos sistemas de alimentação foram comparados àqueles obtidos em condições experimentais. Resultando em diferenças nos valores de consumo observados em relação aos preditos em todos os sistemas. As produções médias de leite observadas para cada tratamento (NRC, AFRC, INRA) foram respectivamente, 2,59, 2,46, 2,52 kg/dia. Em se tratamento do custo econômico entre as dietas AFRC apresentou melhor taxa média de retorno, valor presente líquido e custo benefício, em seguida o tratamento NRC e por ultimo o tratamento INRA.

Palavras-chave: leite de cabra, composição de leite, lactação, exigências nutricionais, avaliação econômica.

## **ABSTRACT**

The experiment was conducted to evaluate and compare the composition and production of Saanen goats milk fed diet formulated using the values tabulated by three different committees of nutritional requirements, also comparing the persistence of lactation goats. The systems used to generate values were nutritional requirements (NRC, 2006); AFRC (1993) and INRA (1988). The experimental period was 180 days, between 72 days up to 252 days of lactation. 30 animals were used in a randomized block design. The power control was performed daily, with samples analyzed for the levels of dry matter, ash, crude protein, ether extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, cellulose, hemicelluloses. During the lactation period was controlled every 15 days, milk production and samples were collected for analysis of total solids, protein, fat and lactose and somatic cells. The consumption values of predicted dry matter in feeding systems were compared to those obtained under experimental conditions. Resulting in differences in consumption observed values in relation to predicted on all systems. The average milk yield observed for each treatment (NRC, AFRC, INRA) were, respectively, 2.59, 2.46, 2.52 kg / day. When it treatment of economic cost between AFRC diets showed better average rate of return, net present value and benefit cost, then the treatment NRC and finally the INRA treatment.

**Keywords:** goat milk, milk composition, lactation, nutritional requirements, economic evaluation.

## 1. INTRODUÇÃO

O rebanho de caprinos no Brasil possui cerca de 9,8 milhões de cabeças, sendo considerado o nono maior rebanho caprino do mundo (FAO, 2007). Apesar de seu maior contingente estar voltado para a produção de carne e pele, nos últimos anos, a produção de leite vem crescendo substancialmente, tornando-se uma atividade de grande importância econômica e social. Em virtude do grande crescimento da caprinocultura leiteira, e em face do potencial leiteiro desses animais, torna-se necessário estudar algumas áreas, já identificadas, que poderão representar em respostas mais eficientes na produção e produtividade animal. Entre as diversas áreas, sem dúvidas, as exigências nutricionais desses animais são de fundamental importância, sendo que a disponibilidade desses dados, na literatura, é bastante limitada. O consumo de nutrientes é o principal fator que limita a produção de ruminantes.

Maximizar o consumo animal é o componente chave no desenvolvimento de rações e estratégias de alimentação que irão otimizar a rentabilidade da atividade e a produtividade dos animais.

As formulações de rações para caprinos no Brasil são baseadas em tabelas de exigências nutricionais obtidas de países onde as condições climáticas, o manejo alimentar e o material genético apresentam-se bastante diferentes. Além disso, parte das informações sobre exigências nutricionais de caprinos são provenientes de dados obtidos com bovinos e ovinos. Em consequência dessa diversidade de condições apresentada, torna-se necessário verificar a adequação das tabelas estrangeiras para as condições locais. Existem diversos sistemas para avaliar os alimentos e as exigências nutricionais dos ruminantes, sendo que cada um utiliza uma sistemática de partição dos nutrientes e das exigências dos animais de maneira diferenciada. As informações sobre exigências nutricionais de caprinos utilizadas no Brasil referem-se principalmente às publicadas pelo National Research Council (NRC), sistema americano, pelo Agricultural and Food Research Council (AFRC), sistema preconizado no Reino Unido e pelo Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), desenvolvido na França.

O sistema proposto pelo NRC (2007) para caprinos é o mais utilizado no Brasil, que utilizou trabalhos oriundos do grupo de pesquisadores do E (Kika) de la Garza American Institute for Goat Research. O AFRC (1993, 1997) utilizou o sistema de energia em *joules*, sendo que as exigências são apresentadas na forma de energia metabolizável (EM) e proteína

metabolizável (PM). No INRA (1988), a energia é expressa na forma de unidades forrageiras e esta unidade contém a mesma energia contida em 1 kg de grãos de cevada. Esse fator de correção facilita a conversão dos valores para o rebanho caprino francês. Já para o Brasil as avaliações dos alimentos são de uso limitado, em vista das diferenças entre o Brasil e França, principalmente dos volumosos. A aplicação dos valores contidos nos sistemas AFRC e INRA para produção de leite caprino carece de maiores detalhes. Nesse sentido, o entendimento dos sistemas para as nossas condições, através da análise comparativa entre valores preditos e observados em condições experimentais, deve ser recomendado. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as dietas formuladas utilizando as tabelas de exigências dos sistemas NRC (2007), AFRC (1993) e INRA (1988) através da comparação entre os valores de consumo de matéria seca, produção e composição do leite, observados em condições experimentais e os preditos por esses sistemas de avaliação de alimentos. O estudo da persistência da lactação foi um dos parâmetros utilizados para comparação, pois este influencia diretamente as taxas de declínio da produção ao longo de uma curva de lactação, podendo apresentar maior retorno econômico regular ao longo da vida útil de cada animal.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Leite de cabra no Brasil e no mundo

Os caprinos foram os primeiros animais explorados para a produção de leite, desde o início da domesticação há cerca de 10.000 anos e, por milhares de anos, esses animais foram, e em algumas regiões do mundo ainda são, sustentáculo primordial das populações humanas. Durante os últimos 150 anos, a seleção genética e melhores condições de alimentação possibilitaram a obtenção de cabras com altíssima produtividade tanto para leite quanto para os constituintes de sua composição, promovendo uma grande evolução da espécie. Com o crescimento da população humana mundial, a demanda por alimentos se faz cada dia maior, intensificando a pressão de exploração nas atividades agropecuárias. Em específico, a exploração de caprinos leiteiros no Brasil tem se destacado, com rebanho estimado de 9.864.558 cabeças, concentrado, principalmente na região Nordeste (93%), com produção de leite de aproximadamente 150.000 toneladas (FAO, 2010).

**Tabela 1.** Efetivo e Ranque dos maiores rebanhos caprinos no mundo

País	Cabeças	Participação (%)
1º China	172.957.208	23,3
2º Índia	124.500.000	16,8
3º Paquistão	52.800.000	7,1
4º Sudão	40.000.000	5,4
5º Bangladesh	34.500.000	4,6
6º Nigéria	27.000.000	3,6
7º Irã	26.000.000	3,5
8º Indonésia	12.450.000	1,7
9º Tanzânia	11.700.000	1,6
10º Quênia	11.000.000	1,5
11º Brasil	9.850.000	1,3
Total Mundial	742.864.558	100,0

Fonte: FAO, (2010).

No cenário agrícola atual, a evolução da atividade de caprinocultura leiteira se faz cada dia mais presente, sendo que em alguns países os sistemas de criação, transformação e distribuição de leite e derivados se encontram em estágio requintado de desenvolvimento. O Brasil caracteriza-se por apresentar um rebanho caprino numeroso em relação aos demais



países do mundo, o que levaria a crer que seria um dos principais produtores de leite e carne. Entretanto, quando se avalia a produtividade por animal ou por área o rebanho nacional, é considerado um dos piores conversores de alimentos vegetais em produto final, refletindo a forma e as condições climáticas onde a imensa maioria do rebanho nacional é criado. Considerando o país com dimensões continentais, e com a existência de vários sistemas produtivos em suas diferentes regiões, na região Sudeste local onde se encontra os grandes centros de consumo e produção de leite. São sistemas de produção de leite em confinamento devido às características presentes nas propriedades rurais com reduzida área, e cada vez mais limitada para a produção de bovinos de corte ou leite em escala necessária para possibilitar um negócio rentável e atrativo aos produtores, neste contexto a caprinocultura leiteira se destaca como atividade rentável a ser desenvolvida nas pequenas propriedades (GONÇALVES et al., 2008).

As mudanças da economia e a abertura do mercado brasileiro trouxeram maior concorrência para os elos da cadeia do leite, como também exigência em maior eficiência produtiva e qualidade. Nota-se a mudança de comportamento do consumidor, que hoje está mais exigente em variedades e qualidade de produtos lácteos no tempo, local, forma e preços compatíveis. Nesse novo contexto, o ponto mais frágil e vulnerável é o setor primário de produção, que tem como principais desafios a profissionalização e a especialização do produtor, para que se consiga maior escala da produção, melhorias na qualidade de leite, aumento de produtividade e redução na variação sazonal da produção leiteira (KRUG, 2001).

O mercado de leite de cabra no Brasil encontra-se em desenvolvimento e apresentou crescimento significativo nos últimos anos, este fato deve-se à demanda dos consumidores de grandes centros urbanos, principalmente da Região Sudeste, além das compras governamentais na Região Nordeste com o intuito de inserir o leite de cabra na merenda escolar (MARTINS et al., 2007).

## **2.2. Leite de cabra**

O IBGE (2010) mostrou que a produção de leite de vaca em 2009 alcançou 29,1 bilhões de litros no Brasil sendo a maior parte desta produção localizada em Minas Gerais, com aproximadamente 7,9 bilhões de litros, o que representa 27,2% da quantidade total produzida. Já o rebanho mundial de caprinos foi estimado em 862 milhões de cabeças, segundo a

Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2010), sendo que aproximadamente 9,8 milhões de cabeças estão no Brasil.

O leite é um fluido biológico que contém os nutrientes necessários para os recém nascidos dos mamíferos, deste modo, a composição difere de acordo com as necessidades do neonato de cada espécie. Assim como para outros mamíferos, o leite de cabra é rico em nutrientes como carboidratos (lactose), lipídeos, proteínas, vitaminas e minerais (EL-AGAMY, 2007).

A crescente urbanização e a presença de mercado potencial de maior poder aquisitivo, além de 2 a 5% das crianças apresentarem algum tipo de intolerância ao leite de vaca, possibilita o crescimento expressivo da atividade e aumento da demanda (CORDEIRO, 1998).

O leite de cabra é similar ao leite de vaca em sua composição básica, mas difere deste em algumas formas e concentrações de nutrientes, tais como: apresenta melhor digestibilidade, maior capacidade tamponante e valores terapêuticos na pediatria, na gastroenterologia e na nutrição humana. Uma principal diferença seria o menor tamanho das partículas gordurosas o leite de cabra, promovendo uma maior área de superfície para degradação enzimática, facilitando a digestão (EL-AGAMY, 2007).

A qualidade do leite está diretamente relacionada com o tipo e a qualidade da dieta dos animais. O tipo de volumoso utilizado, a concentração energética e protéica da dieta pode afetar a composição do leite.

**Tabela 2.** Composição dos nutrientes básicos e teor energético dos leites de cabra, ovelha, vaca e humano

<b>Composição</b>	<b>Cabras</b>	<b>Ovelhas</b>	<b>Vacas</b>	<b>Humanos</b>
Gordura (%)	3,8	7,9	3,6	4,0
Sólidos não gordurosos (%)	8,9	12,0	9,0	8,9
Lactose (%)	4,1	4,9	4,7	6,9
Proteínas (%)	3,4	6,2	3,2	1,2
Caseína (%)	2,4	4,2	2,6	0,4
Albumina e globulina (%)	0,6	1,0	0,6	0,7
NNP (%)	0,4	0,8	0,2	0,5
Cinzas (%)	0,8	0,9	0,7	0,3
Calorias ( Cal/ mL)	70	105	69	68

Fonte: Park et al. (2007).

Trabalhando com cabras leiteiras Ribeiro (1997) verificara que durante a produção de leite ao longo da lactação, a composição do leite variou para os teores de proteína, cinzas, gordura e lactose. Sendo que, para gordura e lactose, o nível de produção de leite também influenciou em seus teores.

O leite de cabra necessita da aplicação de métodos de produção e beneficiamento diferenciados para que sejam oferecidos produtos melhorados, desmistificando o leite de cabra como alimento pouco palatável, levando a sua expansão em âmbito nacional. No campo científico, a composição do leite caprino vem sendo estudada em diversas partes do mundo com intuito de obter qualidade e aceitação do produto, assim como acentuar substâncias benéficas a saúde humana. Entretanto, existem lacunas de informações sobre a composição química em regiões tropicais e em suas microrregiões, sobretudo a influência de múltiplos fatores (clima, temperatura, latitude, longitude, umidade etc..).

### **2.3. Caracterização da raça Saanen**

A raça leiteira mais difundida no mundo é originária do Vale de Saanen, na Suíça, e apresenta um crescimento bastante significativo em nosso país. A Saanen é apontada como a raça caprina com maior produção de leite, tanto por autores estrangeiros quanto nacionais, e possui relatos de indivíduos com produções excepcionais, como os 3084 kg em 305 dias, alcançados por uma cabra, na Austrália (GONÇALVES, 2008).

No Brasil, em criatórios adequadamente manejados e com bons animais, conseguem-se produções médias de dois a três litros, com indivíduos excepcionais atingindo produções de seis, sete e até ultrapassando os oito litros de leite por dia, em duas ordenhas. A raça Saanen possui pelagem uniformemente branca, ou levemente creme, pelos curtos, finos, podendo ser um pouco mais longos na linha dorso-lombar e nas partes baixas do corpo. Suas orelhas são pequenas ou médias e ligeiramente voltadas para cima. Podem ou não ter presença de chifres e barba. Os machos pesam entre 80 e 100 kg e as fêmeas, de 50 a 80 kg, podendo alguns animais atingirem valores superiores. Sua cabeça é média, cônica, alongada e fina, com a testa bem proporcionada e descarnada. A pele e mucosas são róseas, podendo as últimas apresentarem pequenas manchas escuras, principalmente nas narinas, lábios, mucosa ocular e vulvar, períneo e úbere (RIBEIRO,1997).

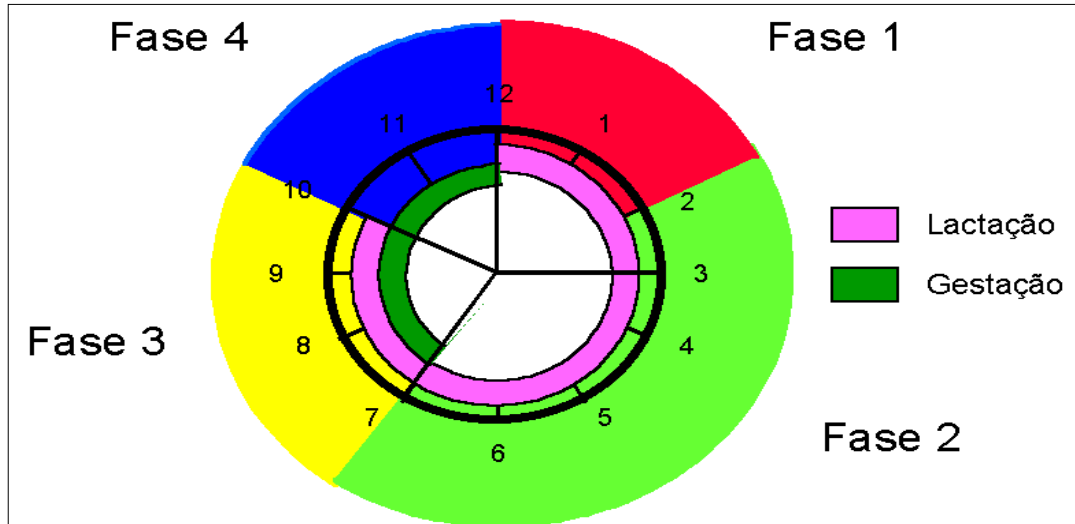
Com o crescimento no número de fazendas voltadas para a produção de leite de cabra e do potencial leiteiro destes animais, começa a existir maior necessidade do entendimento das exigências nutricionais de caprinos. No Brasil os sistemas de avaliação de alimentos para caprinos são adotados de outros países e muitas vezes estes foram extrapolados de outras espécies. Por esta razão nem sempre os sistemas condizem com o desempenho observado. Uma vez que estas exigências são influenciadas por vários fatores, tais como condições ambientais, nível nutricional, raça, espécies entre outros (RESENDE et al., 2008).

A avaliação dos alimentos para o arraçamento dos animais domésticos tem evoluído consideravelmente, contudo informações que referentes à caprinocultura ainda são escassas. Todavia, nos últimos anos, a atividade tem apresentado expressivo crescimento, justificando aplicações de recursos em pesquisas em face de sua importância econômica (RODRIGUES, 2007).

#### **2.4. Manejo alimentar nas diferentes fases do ciclo produtivo de cabras leiteiras**

Segundo Ribeiro (1997), de acordo com a fase de desenvolvimento, estágio fisiológico e nível de produção, os caprinos têm diferentes níveis de exigências nutricionais. Por isso, é importante definir com clareza o objetivo de cada fase do ciclo de vida, para que seja elaborada uma programação alimentar completa. Existem grandes variações de exigências nutricionais das cabras conforme seu ciclo produtivo e, desta forma, observam-se, ao longo da lactação mudanças na produção de leite, na ingestão de matéria seca, peso vivo e condição corporal dos caprinos.

Na figura 1 verifica-se a importância das diversas fases no ciclo produtivo de cabras leiteiras.



**Figura 1.** Ciclo produtivo e reprodutivo anual.  
Fonte: Ribeiro (1997).

#### *Fase 1*

Nessa fase, que inicia com o parto, o nível de produção leiteira atinge o pico entre a 3<sup>a</sup> e a 4<sup>a</sup> semana, enquanto a capacidade de ingestão aumenta mais lentamente, atingindo o máximo entre a 5<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> semana. Com isso, ocorre um balanço energético negativo por até 2 meses, pois a cabra elimina mais nutrientes pelo leite do que é capaz de ingerir, chegando a perder de 3 a 6 kg de peso vivo. A preocupação nessa etapa é amenizar, ao máximo, o intervalo do balanço energético negativo, devendo-se utilizar rações palatáveis e com elevada densidade energética, sem se descuidar da fibra. O escore corporal após o parto deve estar entre 2,75 e 3,50 e após 45 dias de lactação não deve ser inferior a 2, e com variação menor que 1,25 em relação a anterior (RIBEIRO, 1997)

#### *Fase 2*

Nessa fase, a capacidade de ingestão está normalizada e a produção de leite decresce. Desta forma, a condição corporal começa a melhorar e o peso aumenta lentamente, de 0,6 a 1,9 kg por mês. Esta fase termina com a fecundação e é a que tem a duração mais variável, em função do intervalo de partos. Para Borges (2001), conforme o mercado de leite pode ser interessante atrasar a cobertura da cabra, para fazer com que o parto ocorra em uma época mais adequada, devendo se monitorar a condição corporal. O escore corporal deve estar entre 2,0 e 2,25 no início da fase e alcançar 2,50 a 2,75 no final dessa.

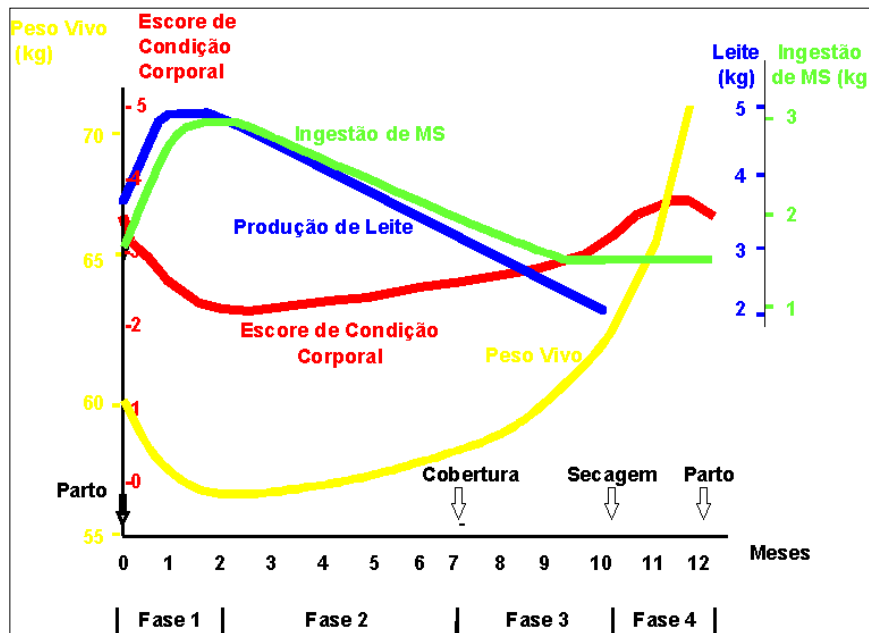
### *Fase 3*

Inicia-se com a concepção e dura de 90 a 105 dias, dependendo do período seco que será aplicado. O peso da cabra aumenta lentamente, cerca de 2 a 4 kg, devido ao balanço energético positivo, permitindo-se o ajuste da condição corporal do animal. A principal diferença dessa fase é a gestação. O principal cuidado na alimentação é o fornecimento de ração equilibrada, com macro e microminerais. Ribeiro (1997) relata que o escore corporal deve estar entre 2,50 e 2,75 no início da fase e alcançar 2,75 a 3,25 ao final dela.

### *Fase 4*

Esta fase do ciclo inicia-se com a secagem do leite, preparando a fêmea para o parto e oferecendo condições para uma ótima lactação com bons índices sanitários no terço final da gestação, período que pode variar de 45 a 60 dias pré-parto, quando ocorre o maior crescimento do feto, acerca de 85%, aumentando a demanda por nutrientes. Por outro lado, a capacidade de ingestão da cabra é limitada, tanto pelo volume ocupado pelo feto como pelas gorduras acumuladas como reserva. A capacidade de ingestão em quilograma de matéria seca (MS) permanece estável, mas diminui aproximadamente 5 a 10%, se for expressa em relação ao PV. Desta forma deve-se utilizar volumoso de boa qualidade e complementar com concentrado adequado. Silagens devem ser usadas com cuidado, pois a porcentagem de MS geralmente é muito baixa e, nesta etapa, a cabra tem dificuldade de ingerir grande quantidade de alimento. O escore corporal deve estar entre 2,75 e 3,25 no início da fase e chegar ao índice de 3,0 a 3,5 quando próximo ao parto. São necessários cuidados com a ocorrência de toxemia da gestação, que ocorre tanto com subalimentação quanto com superalimentação.

Durante sua fase produtiva as cabras leiteiras também apresentam alterações em seus pesos vivos, produção de leite, escores da condição corporal e ingestão de alimentos na matéria seca, o que pode ser evidenciado na figura 2.



**Figura 2.** Variação do peso vivo, da produção de leite, do nível de ingestão de matéria seca e do escore de condição corporal de cabras de alto potencial durante o ciclo de produção, considerando um intervalo de partos de 12 meses.

Fonte: adaptado Ribeiro (1997)

## 2.5. Curva de lactação e persistência da lactação

Na caprinocultura existem fatores determinantes para a produção econômica do leite, uma delas é a produção individual, influenciada pelo manejo alimentar que é considerado fator determinante na produção e composição do leite caprino e está diretamente relacionado à quantidade e à qualidade da dieta. Além disso, o conhecimento do perfil e a magnitude da curva de lactação desempenham importante papel no melhoramento genético de caprinos, como também oferecem subsídios para o planejamento da atividade. Um aspecto importante na atividade leiteira é conhecer o comportamento produtivo do animal ao longo da lactação, visto que esse conhecimento dá condições de se estabelecer estratégias de manejo nutricional, a fim de maximizar a produção. Estas informações são obtidas através do estudo da extensão e magnitude da curva de lactação (MACEDO et al., 2001 e GUIMARÃES, 2006).

Assim, o conhecimento da curva de lactação assume grande importância, pois permite a avaliação de fatores genéticos e ambientais sobre os componentes de produção de leite, tais como, tempo decorrido para atingir o pico de produção, persistência de lactação, duração do

pico e produção máxima. Com estes acontecimentos definidos pode-se estabelecer o melhor manejo do rebanho. Existem inúmeras aplicações para o conhecimento e a utilização da curva de lactação de um rebanho. A forma da curva e seus parâmetros possibilitam o estabelecimento de um programa de melhoramento baseado em produção total e parcial dos animais, em que seriam avaliados sob os aspectos biológicos e econômicos. Outra aplicação é a capacidade de se prever a produção em qualquer momento da lactação, possibilitando efetuar estimativas das quantidades de alimentos a serem adquiridos e fornecidos em função da produção (RODRIGUES et al., 2007).

Segundo Cobucci (2004), a curva de lactação pode ser definida como a representação gráfica da produção de leite no decorrer da lactação. O estudo sobre as curvas de lactação pode contribuir para melhor entendimento do sistema de produção, permitindo fazer considerações sobre aspectos práticos, como o pico de lactação e a persistência da lactação. O pico de produção pode ser definido como sendo a produção máxima na lactação, e a persistência como a taxa de declínio após o pico de produção.

Maiores persistências da lactação são consideradas vantajosas por inúmeras razões, principalmente no que se refere aos aspectos econômicos (SÖLKNER e FUCHS, 1987; SWALVE, 1995; GENGLER, 1996; DEKKERS *et al.*, 1996 e 1998; e TEKERLI *et al.*, 2000). A importância da persistência na lactação, do ponto de vista econômico, está fundamentada em quatro diferentes componentes: 1) custos relativos à saúde dos animais; 2) desempenho reprodutivo; 3) custos com alimentação; e 4) retorno econômico obtido pelo diferencial na produção total de leite em 305 dias de lactação (DEKKERS *et al.*, 1996 e 1998). Vários estudos com vacas leiteiras apontam que a mudança na curva de lactação com intuito de melhorar a persistência é passível de seleção genética. A exemplo disto, alguns países da Europa e o Canadá já incluem a persistência nos programas de melhoramento, além das características usuais de produção de leite, gordura, proteína e contagem de células somáticas (VARONA et al., 1997).

Em estudos com vacas leiteiras Johansson (1940); Wood (1967) constataram que é economicamente preferível um animal que produz leite em um nível moderado de forma constante durante toda sua lactação, em relação a outro que produz uma grande quantidade de leite em seu pico, mas pouco depois desse estágio.

Animais com menores declínios após o pico (mais persistentes) requerem menores quantidades de alimento (concentrado) do que aqueles com altas produções no pico, porém



menos persistentes, e estão sujeitos, também, a menores estresses devido a ausência de um elevado pico de produção, o que reduz a incidência de problemas reprodutivos e de doenças metabólicas. A persistência da produção de leite durante a lactação pode se tornar uma importante característica para seleção, pois constitui um elemento fundamental para a produção total de leite na lactação (GROSSAMAN et al., 1999).

Na literatura são encontrados quatro métodos de mensuração da persistência: 1) baseados em razões entre produção de leite, em diferentes fases da lactação; 2) baseados na variação da produção de leite, ao longo da lactação; 3) baseados em parâmetros de modelos matemáticos; 4) baseados nos valores genéticos obtidos por meio de coeficientes aleatórios dos modelos de regressão aleatória. A utilização da produção de leite no dia do controle, sob o modelo de regressão aleatória, pode levar, também, a uma estimativa mais acurada dos efeitos genéticos e permanentes de ambiente que atuam sobre a persistência na lactação (DEKKERS et al., 1998). Todavia, o principal problema no estudo dessa característica está no fato de como expressar a forma da curva de lactação em um único termo. Assim, muitas tentativas têm objetivado encontrar a melhor maneira de expressá-la, entre outras.

McManus et al., (1997) relataram que muitos fatores podem afetar a produção total de leite em uma única lactação. Os principais fatores que podem influenciar os níveis de produção e a curva de lactação de uma cabra são: raça, estação do ano, idade da cabra, número de crias por parto e ambiente (MORAND FEHR, 1981; GIPSON e GROSSMAN, 1989).

## **2.6. Principais sistemas de exigências nutricionais para caprinos utilizados no Brasil**

Apesar de bovinos, ovinos e caprinos serem todos animais ruminantes, as exigências nutricionais, as capacidades digestivas e os hábitos alimentares destas espécies diferem entre si (NRC, 1981). Animais menores como os caprinos possuem exigências de energia para manutenção, proporcionalmente em relação à massa corporal, maiores que grandes animais como os bovinos (KLEIBER, 1975). Isso significa que os caprinos necessitam consumir maior quantidade de alimento que os bovinos, proporcionalmente em relação à sua massa, para atender às suas demandas por energia e proteína. Hoffman (1972) classificou os ruminantes, inclusive as espécies domésticas, em três grupos, de acordo com seu comportamento alimentar: os pastejadores, os selecionadores e os tipos intermediários. Dentre

os grupos os caprinos se enquadram como intermediários, sendo esta habilidade conferida pela alta mobilidade da língua e dos lábios.

A produção de leite é dependente de vários fatores dentre eles os principais são: a aptidão leiteira do animal, o valor nutritivo dos alimentos oferecidos, nível de ingestão de matéria seca pelo animal, o ambiente e o manejo adotado em cada fazenda. Portanto a avaliação do nível adequado de nutrientes é um importante fator na formulação de dietas de cabras leiteiras, devendo assim utilizar estratégias de alimentação durante os diferentes estádios fisiológicos dos animais (RIBEIRO,1997).

Alimentação apresenta-se como um fator importante, uma vez que constitui a base de qualquer sistema de produção, pois é através dela que os nutrientes são fornecidos ao organismo animal, expressando o seu potencial de produção. O fornecimento de dietas que atendam às necessidades dos animais pode evitar prejuízos econômicos e ambientais, reduzindo o desperdício de nutrientes e minimizando a deposição de poluentes no ambiente. Portanto a elaboração de dietas eficientes e econômicas fundamenta-se no equilíbrio entre a quantidade de nutrientes fornecidos pela ração, sendo importante, para tal, o conhecimento dos hábitos alimentares da composição bromatológica, eficiência de utilização e do consumo destes alimentos. Apesar do avanço do setor grande parte dos criatórios comerciais ainda apresenta deficiências, seja nos aspectos da nutrição, manejo reprodutivo, instalações e genética do rebanho (ZAMBOM, 2008).

Os animais têm diferentes exigências nutricionais de acordo com aptidão, nível de produção, estado fisiológico, idade e sexo (MORAND-FEHR, 1991). Deste modo, a aplicação de níveis de requerimento é necessária na formulação da dieta de caprinos, respeitando a relação entre forragem e concentrado, suprimindo a demanda da produção. Morand-Fehr (1981) citou também que o nível de ingestão para cabras em lactação varia de 50 a 100g de MS/kg  $PV^{0,75}$  para animais comendo silagem de milho. Na literatura nacional, há indicativos que as equações propostas pelos comitês internacionais são adequadas para predição do valor energético de alimentos nas condições brasileiras (ROCHA Jr. et. al., 2003).

O manejo nutricional de ruminantes é decididamente o maior fator de impacto nos custos (55-85%) de um sistema de produção animal, sendo diretamente relacionado com o sucesso e a obtenção de índices zootécnicos satisfatórios. Definir a produção, utilização e diferentes estratégias de alimentação dos animais, ainda é o grande desafio da nutrição

animal, principalmente, levando-se em consideração as exigências nutricionais de diferentes categorias de ruminantes e seus respectivos estágios fisiológicos (BORGES,2001).

Resende et al.(2008) descreveram que a caprinocultura tem sofrido modificações nos diversos elos da cadeia produtiva devido à expansão dos mercados interno e externo. O Brasil é considerado o oitavo maior criador mundial de caprinos e não somente o efetivo tem aumentado, mas a capacidade produtiva dos animais também tem evoluído, e à medida que estes caprinos têm aumentado sua capacidade produtiva as suas exigências nutricionais tornaram-se naturalmente mais elevadas.

Os valores preconizados para as exigências nutricionais em cada sistema de alimentação apresentam diferenças em função das metodologias adotadas, dos fatores de correção e das eficiências de utilização. Entre os sistemas observam-se diferenças nas estimativas de consumo de matéria seca. O Consumo de matéria seca (CMS) sofre influência do estado fisiológico, composição da dieta, qualidade e quantidade do alimento oferecido, número de refeições oferecidas ao animal, capacidade produtiva, além de poder ser reduzido devido a fatores ambientais estressores.

No Brasil já foram desenvolvidos vários experimentos de exigências nutricionais de caprinos leiteiros, especialmente na Universidade Federal de Viçosa (UFV) e na Universidade Estadual Paulista (UNESP – Jaboticabal), além de vários estudos por Universidades Nordestinas (Universidade Federal Rural de Pernambuco -UFRPE e Universidade Federal da Paraíba - UFPB). De forma geral, os nutricionistas que trabalham com caprinos leiteiros no Brasil, têm utilizado as recomendações do AFRC (1998), que é o mais recente e que usa conceitos mais refinados para estimativa de exigências que são a proteína e a energia metabolizáveis. Entretanto, dada a escassez de dados com caprinos, algumas das informações foram adaptadas de ovinos ou mesmo de bovinos.

As equações sugeridas neste trabalho foram geradas a partir da regressão do desempenho (produção de leite e ganho de peso) em função do consumo de nutrientes (proteína metabolizável e energia metabolizável) e não por estudos de retenção de nutrientes ou calorimetria. Mas apesar da argumentação de que estes dados representam as condições de exploração a campo e que teriam maior aplicação, o fato de alguns preceitos teóricos não serem observados pode produzir algum viés nas estimativas.

Segundo Resende (2008), nos últimos anos aconteceram vários avanços acerca das exigências nutricionais para pequenos ruminantes, entretanto de maneira geral os modelos

para ovinos são bem menos empíricos e mais flexíveis que aqueles para caprinos. Isso devido à escassez de informações sobre a espécie caprina quando comparada a ovina.

A previsão de consumo de ração com caprinos confinados é mais fácil de conseguir do que com os animais no pasto, porque a composição da dieta, a quantidade fornecida e as recusas são muito mais fáceis de medir e monitorar em ambientes fechados. Além disso, os efeitos das condições ambientais são menos importantes, tornando mais fácil de prever em animais que são mantidos nos sistemas de confinamento em vez de pastejo em sistemas extensivos (PULINA, 2013).

No entanto, a alimentação de ovinos e caprinos em ambientes fechados deve considerar as peculiaridades nutricionais destas espécies, para evitar o erro comum de alimentá-los, como se fossem "pequenos bovinos". De fato, em comparação com bovinos, ovinos e caprinos (CANNAS, 2007) tem que ingerir maior volume de MS (maior nível de ingestão) para atender as suas necessidades de manutenção, o que resulta em uma taxa de passagem mais elevada de alimentos dependendo da sua digestibilidade do alimento; tem a sua ingestão mais afetada pelo tamanho das partículas de alimentos oferecidos e, por isso passam mais tempo comendo e ruminando cada quilograma de alimento; tendem a existir maior digestibilidade de grãos e dietas de alta energia. Na verdade, esses fatores dietéticos podem ter um grande impacto sobre o consumo de matéria seca (MS) de pequenos ruminantes e são geralmente considerados por equações específicas de predição de consumo de matéria seca.

O consumo voluntário máximo de um alimento é determinado pela combinação do potencial animal por demanda de energia e capacidade física do trato digestório, sendo estes claramente proporcionais ao tamanho do animal. Com tudo o peso em si não é um bom referencial do tamanho corporal, uma vez que sofre a influência da fase de desenvolvimento e das condições corporais. Ademais, é necessário avaliar o potencial de consumo de MS do indivíduo, o qual depende do estado fisiológico, da composição da dieta, da qualidade e quantidade do alimento oferecido, além de poder ser influenciado negativamente por doenças ou por estresse. Entretanto, nem todos os fatores citados são levados em consideração pelos sistemas de alimentação. Cada um deles estima o consumo de matéria seca dando ênfase a diferentes aspectos que influenciam o potencial de consumo pelos animais.

### 2.6.1. Sistema do *National Research Council* - NRC (2006)

Este sistema adotou, para caprinos, quase que integralmente o sistema proposto pelo grupo de pesquisadores do “*E (Kika) of the Garza Institute for Goat Research-Langston University*, que reuniram as informações sobre esta espécie em um conjunto de publicações no ano de 2004 (LUO et al., 2004; SAHLU et al., 2004) As equações de estimativa de consumo de matéria seca preconizadas pelo NRC (2006) basearam-se naquelas recomendadas para ovinos pelo CSIRO (1990), embora seja de conhecimento que existem diferenças entre as espécies, a escassez de informações específicas para caprinos fez com que fossem aplicadas as mesmas equações para as duas espécies. Para o nosso conhecimento, a única avaliação da precisão da previsão e precisão dos modelos publicados recentes para caprinos foi feita por Teixeira et al. (2011).

De maneira geral, este comitê baseou suas equações no peso a maturidade (PMAT), peso vivo (PV), fator de correção para lactação (CI), numero de dias em lactação (DEL) para uma ração com digestibilidade acima de 80%, e sugeriu um fator de correção do consumo, quando digestibilidade (FcDig) é menor que este valor, e em função da proporção de leguminosa na dieta ( $0,17 \times \text{teor de leguminosa}$ ). Assim, um animal adulto pastejando gramíneas com 80% de digestibilidade, sem leguminosa consumirá diariamente 2,8% de seu peso corporal.

$$MS = \left\{ \begin{array}{ll} 0,04 \times PMAT \times \frac{PV}{PMAT} \times \left(1,7 - \frac{PV}{PMAT}\right); & \text{Partos} = 1 \\ 0,04 \times PV \times 0,7; & \text{Partos} \geq 2 \end{array} \right\} \times FcL \times FcDig$$

$$FcL = \left\{ \begin{array}{ll} 1 + 0,03375 \times DEL^{1,4} \times e^{-0,05 \times DEL}; & \text{Crias} \geq 2 \\ 1 + 0,025 \times DEL^{1,4} \times e^{-0,05 \times DEL}; & \text{Crias} = 1 \end{array} \right.$$

$$FcDig = 1 - 1,7 \times (0,8 - \text{dig})$$

Ademais, o NRC considerou que o consumo de MS é constante durante toda a gestação e durante a lactação este apresentará uma resposta quadrática, sendo que o pico acontecerá por volta da quarta semana após a parição. Para animais em crescimento, foi sugerido uma correção em função da concentração de energia da ração e o múltiplo de ingestão de energia acima da manutenção. Segundo Resende et al. (2008) é necessária a avaliação das equações

preconizadas pelos diferentes comitês para animais criados em condições brasileiras, entretanto sabendo que o consumo voluntário de um alimento é determinado pela combinação da demanda de energia pelo animal e a capacidade física do seu trato digestório, acredita-se que aquelas preconizadas pelo NRC possam ser mais adequadas, uma vez que leva em consideração, não somente o peso do animal, mas também a qualidade da ração.

### 2.6.2. Sistema do Agricultural and Food Research Council - AFRC (1993)

Sistema preconizado no Reino Unido, AFRC (1993 e 1997) expressa o sistema de energia em joules, sendo que as exigências são expressas na forma de energia metabolizável (EM) e proteína metabolizável (PM). Apesar do avanço do conhecimento feito pelos pesquisadores no Brasil, ainda há necessidade de maior número de trabalhos e do tratamento dos dados existentes para a construção de uma tabela nacional com recomendações de exigências nutricionais. E, embora com algumas críticas conceituais, no momento, o sistema AFRC parece ser o mais adequado para expressar exigências para caprinos e ovinos em condições brasileiras (RESENDE, 2005).

O consumo de matéria seca é influenciado, entre outras variáveis, pelo peso do animal e nível de produção (ganho de peso ou produção de leite). Abaixo são apresentadas as equações para estimativa do ganho de peso de caprinos.

O consumo de matéria seca é predito pelo AFRC (1993), utilizando-se a seguinte equação:

$$CMS = 0,42 \times PL_{3,5} + 0,024 \times PV^{0,75} + 0,7 \times FOR$$

CMS = Consumo de matéria seca, kg/d;

PV = Peso vivo, kg;

PL<sub>3,5</sub> = Produção de leite corrigido para 3,5% de gordura, kg/d;

FOR = Fração de forragem na dieta, Forragem/dieta, adimensional;

O sistema sugere que seja adicionada uma margem de segurança as exigências de 5,0%. Este valor, apesar não possuir sustentação estatística, pode reduzir situação de subalimentação e portanto deve ser adotado.

### 2.6.3. Sistema do Institut National de la Recherche Agronomique INRA – (1988)

O sistema INRA ou UFL/PDI unidade forrageira leite/proteínas digestíveis, ou ainda Sistema PDI, foi publicado em 1978 e atualizado em 1988. Nesse sistema, a energia é expressa na forma de Unidades Forrageiras (UF).

Uma unidade forrageira leite (UFL) contém a mesma energia de 1 kg de grãos de cevada. Faz-se, então, a conversão dos valores UFL para caloria. Essa facilidade de conversão é importante pois, embora o rebanho caprino francês seja expressivo as informações de exigências geradas no país sejam úteis para nós, as avaliações dos alimentos são de uso limitado em vista as diferenças dos alimentos volumosos utilizados em cada país, para os cálculos de estimativa de consumo de matéria seca este sistema utiliza a equação descrita abaixo:

$$\text{CMS} = 0,0062 \times \text{PV}^{0,75} + 0,305 \times \text{PL}_{3,5}$$

CMS = consumo de matéria seca;

PV = peso vivo;

PL = produção de leite (kg/dia) com 3,5% de gordura

Em consequência desta diversidade de condições apresentada, torna-se necessário verificar a adequação das tabelas de exigências nutricionais estrangeiras para as condições encontradas em nosso país, de clima Tropical. Os sistemas de alimentação para pequenos ruminantes avaliados neste trabalho são: o americano NRC, o Britânico AFRC e o Francês INRA, sendo dada ênfase sobre o consumo de matéria seca, e a persistência de lactação observada em cada tratamento e realizando uma breve avaliação econômica entre as dietas.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local**

O estudo foi conduzido no Sítio São Fidelis localizado em Coronel Pacheco, na região da Zona da Mata Mineira, com Latitude 21° 38'30.8" e Longitude 43°16'51.4", em altitude de 767 metros, durante o período de Maio a Outubro de 2013. O índice médio pluviométrico anual na região é de 1581 mm.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA/UFMG protocolo 265/2013).

#### **3.2. Instalações e animais**

As cabras foram mantidas durante todo o período experimental em 15 baias que possuíam a dimensão de 4 metros quadrados cada, com área linear de cocho de 1,5 metros, possuindo saleiro e bebedouro. Empregou-se cama composta por serragem, a qual era feita a reposição uma vez por semana, sendo realizada a renovação da cama sempre que necessário, seguindo os procedimentos adotados no criatório.

Foram utilizadas 30 cabras da raça Saanen, sendo 24 cabras pluríparas, e 6 primíparas com peso médio de 60 kg, Estes animais encontravam-se aos  $72 \pm 12$  dias de lactação. Os animais foram examinados clinicamente, desverminados e vacinados contra clostridioses e raiva, sendo posteriormente alojados aleatoriamente em três tratamentos, possuíam, cada um, 8 cabras adultas e 2 primíparas. As cabras foram mantidos em baias com 2 animais em cada (5 repetições por tratamento) (Figura 3). A durante a distribuição nos tratamentos observou-se que não houve ocorrência de dominância entre os animais. Os animais passaram por um período de 12 dias de adaptação à dieta, ao manejo e às condições climáticas, sendo pesados antes do inicio e ao longo de cada período de 15 dias avaliado neste ensaio.





**Figura 3.** Instalação experimental  
Fonte: Arquivo pessoal

### 3.3. Ordenha

Os animais foram ordenhados manualmente duas vezes ao dia, às 7 horas e às 15h30min. A quantificação do leite para determinar a produção das cabras foi realizada a cada 15 dias, sendo medida a produção individual através de pesagem do leite, com as respectivas coletas de amostras para análises da composição e qualidade do leite, conforme os padrões orientados pelo Laboratório de qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite.

### 3.4. Manejo Nutricional

A alimentação foi distribuída quatro vezes ao dia, nos seguintes horários; às 7; 10; 13 e às 16 horas. As rações experimentais foram elaboradas na própria fazenda e compostas por silagem de milho, milho, farelo de soja, polpa cítrica, calcário calcítico, fosfato bicálcio, bicarbonato de sódio, cloreto de sódio, monensina e sal mineral caprinofós (Tabela 5), calculadas conforme os valores tabelados de exigências nutricionais dos seguintes sistemas de

avaliação nutricional: NRC (2007); AFRC (1993) e INRA (1988), sendo formuladas para atender uma produção de leite de 3,5 Kg/animal/dia (Tabela 4).

**Tabela 3.** Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro total (FDN total), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas (FDNc), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHT), carboidratos não estruturais (CNE), lignina (LIG), cinzas (CIN), energia líquida (ELL), cálcio (Ca) e fósforo (P) dos ingredientes utilizados na formulação das dietas experimentais

Item (%)	Silagem Milho	Fubá de Milho	Farelo de Soja	Polpa Cítrica	Calcário Calcítico	Fosfato Bicálcico
MS	30,17	89,00	89,91	88,70	99,9	99,0
MO	90,1	87,8	82,7	81,6	0	0
PB	6,65	8,0	50,78	6,86	0	0
EE	3,18	4,33	2,93	2,18	0	0
FDN	54,24	15,86	17,6	25,07	0	0
FDA	28,64	4,5	10,5	15,5	0	0
EB (kcal/g)	4,18	4,43	4,75	4,13	0	0
LIG	3,01	1,99	1,63	1,19	0	0
CIN	4,26	1,16	7,18	7	99,72	96,08
pH	4,53	0	0	0	0	0
Ca	0,28	0,07	0,4	1,91	0,37	0,24
P	0,11	0,22	0,85	0,11	0	18,5

A pesagem das rações oferecidas e das sobras foi realizada diariamente e as amostragens, duas vezes por semana, acondicionadas em sacos plásticos individualmente. As amostras foram homogeneizadas elaborando amostras compostas representando cada período (fase) de 15 dias estudado, as quais foram moídas em peneira com crivo de 1 mm e acondicionadas em frascos de polietileno para posteriores análises. O consumo de alimentos foi inicialmente calculado segundo cada tratamento, ajustado diariamente, sendo mantido o valor de 20% de sobras em relação a quantidade oferecida do alimento volumoso.

O concentrado foi fornecido com margem de segurança de 5% a mais que o preconizado, sendo monitorada diariamente nas sobras a existência de concentrado, e caso tenha sido observado a presença no dia subsequente foi reduzido evitando-se desperdício.

**Tabela 4.** Composição centesimal e bromatológica das dietas experimentais

<b>Ingredientes</b>	<b>NRC (2006)</b>	<b>AFRC (1993)</b>	<b>INRA (1988)</b>
Silagem de milho	45,90	47,3	47,8
Milho	25,0	31,0	23,0
Farelo de soja	15,9	9,0	15,5
Polpacítrica	10,0	9,7	10,1
Calcáricalcítico	0,3	0	0,6
Fosfatobicálcio	0,3	1,0	0,49
Bicarbonato de sódio	1,1	0,5	1,0
Cloreto de sódio	0,5	0,6	0,51
Sal mineral	1,0	0,9	1,0
<b>Nutrientes</b>			
MS*	59,86	59,78	58,91
PB*	13,81	10,89	13,60
EB	4,19	4,19	4,17
FDN*	34,15	34,71	34,83
FDA*	17,48	17,45	17,92
Ca*	0,40	0,38	0,41
P*	0,35	0,39	0,33

\*= 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, valor percentual dos carboidratos totais, PB = valor percentual da proteína bruta e % Cinzas = valor percentual de cinzas.

### 3.5. Análises Laboratoriais

#### 3.5.1. Alimentos e sobras

As amostras do oferecido e sobras foram analisadas quanto aos teores de matéria (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB), sendo realizadas conforme metodologia proposta pela AOAC (2010). A quantificação de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina, seguiu a metodologia proposta por Van Soestet al.(1991). Para o cálculo da porcentagem dos carboidratos totais (CT), foi adotada a equação sugerida por Sniffenet al. (1992):  $CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ . A composição centesimal do sal mineral comercial fornecido aos animais durante os períodos experimentais (Caprinofós: Suplemento mineral para caprinos; Tortuga®) é apresentada na tabela 5.

**Tabela 5.** Composição centesimal do sal mineral comercial CaprinofosTortuga®

<b>Composição</b>	<b>Níveis de Garantia</b>
Fósforo (g/Kg)	71,0
Cálcio (g/Kg)	240,0
Potássio (g/Kg)	28,2
Magnésio (mg/Kg)	20,0
Enxofre (g/Kg)	15,0
Cobalto (mg/Kg)	30,0
Cobre (mg/Kg)	400,0
Iodo (mg/Kg)	40,0
Manganês (mg/Kg)	1.350,0
Selênio (mg/Kg)	15,0
Ferro (mg/Kg)	250,0
Cromo (mg/Kg)	10,0
Zinco (mg/Kg)	1.700,0
Flúor (mg/Kg)	710,0
Vitamina A (UI)	135.000,0
Vitamina D3 (UI)	68.000,0
Vitamina E (UI)	450,0

### 3.5.2. Composição do leite

As amostras individuais foram coletas em cada ordenha após a retirada total do leite, sendo acondicionadas em frascos plásticos contendo o conservante Bronopol (2-bromo-2-nitro-1,3-propanodiol) e posteriormente analisadas pelo método do analisador infravermelho Bentley 2000®, para determinação dos sólidos totais e teores de proteína bruta, gordura e lactose. A contagem de células somáticas foi feita utilizando-se um contador eletrônico Somacount 500®. As análises foram realizadas no Laboratório de qualidade de leite da Embrapa Gado de leite, localizado em Juiz de Fora, sendo os equipamentos calibrados com padrão de leite de vaca.

### 3.6. Análise econômica das dietas

A avaliação econômica feita entre as dietas foi baseada nos valores calculados de cada alimento, sua proporção em cada dieta e o consumo médio observado durante o período experimental. Os valores médios de custo alimentar em cada dieta foram calculados, com base na produção média dos animais, esta foi calculada através da media de produção acumulada de leite e o numero de dias em controle.

Foram calculados os valores de TIR(taxa interna de retorno) e VPL (valor presente líquido) e Custo/ Benefício em todos tratamentos apresentados(tabela 10).

Neste estudo foi considerado apenas o valor econômico da dieta, os outros custos não foram inseridos (mão de obra, depreciação, manutenção, medicamentos, etc.), por considerar que apenas as rações significavam alterações nos custos variáveis do capril. Para encontrar os valores de renda gerados em cada dieta ficou estabelecido o valor R\$1,75 por litro de leite, sendo este o valor médio pago aos fornecedores de leite na região da Zona de Mata Mineira.

### 3.7. Análises estatísticas

Os modelos empíricos para predição do CMS utilizados pelos sistemas INRA (1988) (equação 1), AFRC (1993) (equação 2) e NRC (2007) (equação 3, 4 e 5) foram avaliados usando-se como banco de dados independente os consumos diários observados durante todo o experimento para os animais em lactação.

$$CMS = 0,0062 \times PV^{0,75} + 0,305 \times PL_{3,5} \quad [ 1 ]$$

$$CMS = 0,42 \times PL_{3,5} + 0,024 \times PV^{0,75} + 0,7 \times FOR \quad [ 2 ]$$

$$CMS = \left\{ \begin{array}{ll} 0,04 \times PMAT \times \frac{PV}{PMAT} \times \left(1,7 - \frac{PV}{PMAT}\right); & Partos = 1 \\ 0,04 \times PV \times 0,7; & Partos \geq 2 \end{array} \right\} \times FcL \quad [ 3 ]$$

$$FcL = \left\{ \begin{array}{ll} 1 + 0,03375 \times DEL^{1,4} \times e^{-0,05 \times DEL}; & Crias \geq 2 \\ 1 + 0,025 \times DEL^{1,4} \times e^{-0,05 \times DEL}; & Crias = 1 \end{array} \right. \quad [ 4 ]$$

$$FcDig = 1 - 1,7 \times (0,8 - dig) \quad [ 5 ]$$

$$PL_{3,5} = PL \times [1 + (0,0055 \times (Gord \times 10 - 35) + 0,0033 \times (Prot \times 10 - 31))/0,4] \quad [ 6 ]$$

onde:

CMS = Consumo de matéria seca, kg/d;  
 PV = Peso vivo, kg;  
 PL<sub>3,5</sub> = Produção de leite corrigido para 3,5% de gordura, kg/d;  
 FOR = Fração de forragem na dieta, Forragem/dieta, adimensional;  
 PMAT = Peso a maturidade, kg;  
 FcL = Fator de correção para lactação, adimensional;  
 FcDig = Fator de correção para digestibilidade, adimensional;  
 PL = Produção de leite, kg/d;  
 dig = digestibilidade da matéria seca, fracional;  
 Gord = Gordura do leite, %;  
 Prot = Proteína do leite, %.

Para as fêmeas primíparas adotou-se peso a maturidade (PMAT) igual a 70 kg. Por outro lado foi considerado que os demais já eram animais adultos e portanto tinham relação PV/PMAT igual a 1, justificando a equação 3 para animais múltiparos. Foi adotado valor médio estimado de 0,67 para digestibilidade fracional da matéria seca das dietas utilizadas no experimento. A equação 6 foi utilizada para padronização da produção do leite com 3,5% de gordura, conforme sugerido por Pulina et al. (2013). Uma vez que os animais ficaram alojados em dupla, o consumo observado por baía (ofertado menos sobras diárias) foi corrigido pelo peso dos respectivos animais, e esse valor foi comparado com os estimados pelo sistema utilizando-se da mesma unidade relativa, isto é, CMS/PV em unidades percentuais.

A avaliação da acurácia e precisão dos modelos foi realizada por meio de regressão linear simples dos valores observados sobre os preditos, sendo testadas simultaneamente as hipóteses de igualdade do intercepto a 0 e do coeficiente angular a 1. Observações que apresentaram resultados significativos para análise de pontos de influência na primeira regressão entre valores observados e preditos foram consideradas *outliers* e, portanto removidas, sendo nova regressão realizada (Kutner et al., 2005). Adicionalmente, foram calculados os quadrados médios dos erros (QME) e o viés da predição, calculados conforme equações 7 e 8, de acordo com o sugerido por Tedeschi (2006).

$$QME_j = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - f(X_1, \dots, X_p)_{ij})^2}{n} \quad [7]$$

$$v_j = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - f(X_1, \dots, X_p)_{ij})}{n} \times \frac{1}{\bar{Y}} \times 100 \quad [8]$$

onde:

$QME_j$  = Média do erro de predição ao quadrado para o  $j$ -ésimo sistema nutricional, %PV<sup>2</sup>;

$Y_i$  =  $i$ -ésima observação do CMS, %PV;

$f(X_1, \dots, X_p)_{ij}$  =  $i$ -ésima predição do CMS pelo  $j$ -ésimo sistema nutricional, %PV;

$n$  = número de observações;

$v_j$  = viés da predição para o  $j$ -ésimo sistema nutricional, %;

$\bar{Y}$  = média dos valores observados para CMS, %PV;

$j$  = sistemas nutricionais, INRA (1988), AFRC (1993) e NRC (2007).

A persistência da lactação, bem como a composição do leite, foi comparada entre as dietas considerando o estudo como longitudinal, visto que as variáveis foram observadas no mesmo animal quinzenalmente. Para tanto, utilizou-se de modelo de regressão linear misto (equação 9), uma vez que as pesagens, embora realizadas quinzenalmente, não foram realizadas nos mesmos dias em lactação e os dados não estavam completamente balanceados. O efeito dos dias em lactação e dietas foram considerados fixos ao passo que animal foi alocado como efeito aleatório.

$$y_{ij} = (\beta_0 + b_{0ik}) + (\beta_1 + b_{1ik})x_{1ij} + (\beta_2 + b_{2ik})x_{1ij}^2 + (\beta_3 + b_{3ik})x_{1ij}^3 + \beta_{4k}x_{2ij} + \epsilon_{ijk} \quad [9]$$

onde:

$y_{ij}$  = Observação da variável resposta no  $i$ -ésimo animal na  $j$ -ésima ocasião (i.e., leite, gordura, proteína, etc);

$\beta_0$  e  $\beta_{1...3}$  = representam o efeito fixo para o intercepto e coeficientes polinomiais, respectivamente;

$b_{0ik}$  e  $b_{1...3ik}$  = representam o vetor de efeitos aleatórios para o intercepto e coeficiente angular, respectivamente, para o  $i$ -ésimo animal aninhado na  $k$ -ésima dieta;

$x_{1ij}$  = Dias em lactação, DEL;

$\beta_{2k}$  = representa o efeito fixo atribuído a  $k$ -ésima dieta, (i.e., AFRC, INRA ou NRC);

$x_{2ij}$  = Dieta, (i.e., AFRC, INRA ou NRC);

$\epsilon_{ijk}$  = erro aleatório específico a cada observação.

O modelo linear de efeitos mistos foi ajustado por máxima verossimilhança restrita, utilizando-se a função LME presente no pacote estatístico nlme (PINHEIRO et al., 2013).

Para as variáveis consumo de matéria seca, consumo de FDN e consumo de proteína (todas relativas ao peso vivo, %PV) quando avaliadas em função dos dias de lactação foi ajustado modelo linear generalizado, em que Dias em Lactação e Dietas foram tratadas como efeito fixo. A estrutura utilizada foi a mesma apresentada na equação 9 retirando-se os coeficientes aleatórios associados ao animais uma vez que estes foram estimados por baia.

A avaliação da produção acumulada de leite ou seus componentes, calculados por meio de integral usando-se método de trapézios, e ainda a média destes ao longo da lactação, foi realizada em delineamento inteiramente casualizado elencando-se teste Tukey-Kramer com valor de  $\alpha=0,05$ .

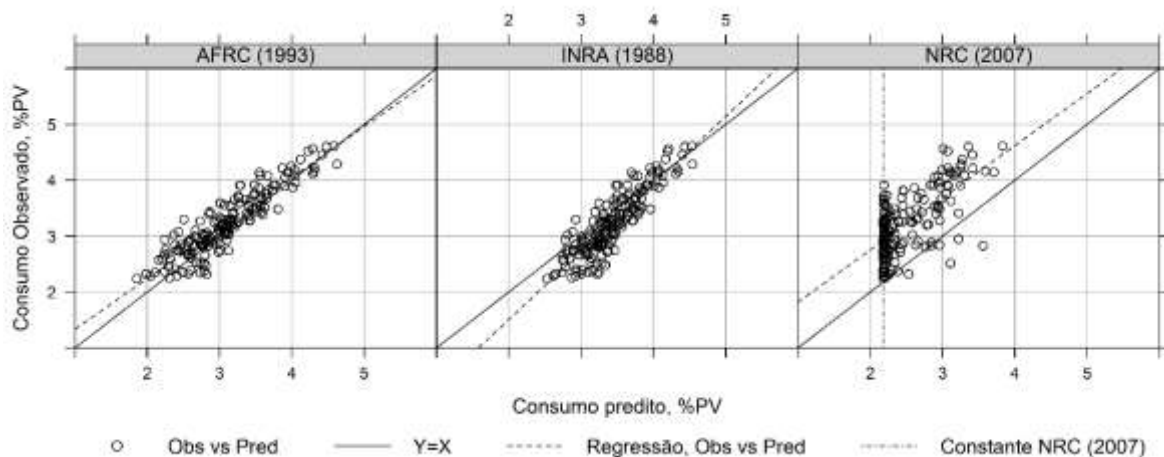
Todas as análises estatísticas e gráficos foram desenvolvidos em ambiente R (R Core Team, 2013).



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Predição versus observação do consumo de matéria seca

Dos 210 dados submetidos a avaliação dos modelos 12 foram omitidos por terem sido considerados *outliers*, resultando em um  $n$  amostral de 198 observações para o consumo de matéria seca relativo ao peso vivo (%PV). O resultados gráfico dos valores observados sobre os valores preditos por cada sistema estão apresentados na figura 4. Na tabela 6 constam as avaliações da acurácia e precisão dos modelos testados.



**Figura 4.** Avaliação dos modelos por meio da regressão dos valores observados sobre os preditos por cada sistema nutricional. Obs=Observações, Pred = Predições. Constante NRC (2007) representa o consumo relativo fixo predito pelo modelo NRC (2007) em animais adultos.

Observando os gráficos, percebe-se que em todos os sistemas os valores observados se afastaram dos valores preditos quanto ao consumo de matéria seca. Entretanto, o menor viés (-4,2%) encontrado no tratamento do AFRC (tabela 5) sugere a adequação de sua equação, especialmente ao se considerar a recomendação do comitê, de utilizar uma margem de 5% para evitar a subalimentação.

Aplicando modelos de predição do INRA (1978), do NRC (1981), AFRC (1993), os CMS observados nos sistemas de produção apresentaram valores inferiores aqueles preditos pelo sistema NRC (2007). Já em relação ao INRA (1978) e ao AFRC (1993) os consumos observados apresentaram-se próximos dos preditos.

**Tabela 5.** Avaliação dos parâmetros para a regressão linear dos valores observados sobre os preditos, intercepto e coeficiente angular, Quadrado médio dos erros (QME) e Viés da predição.

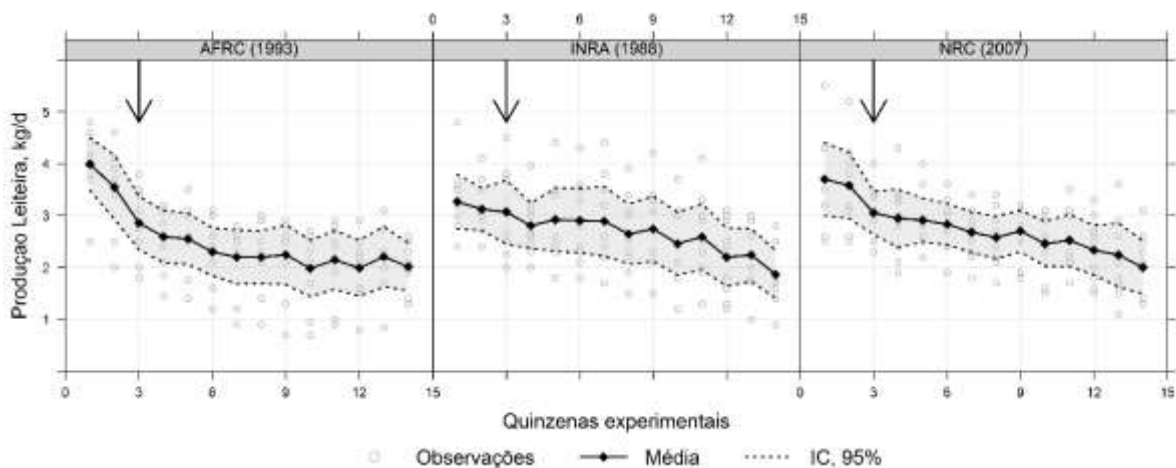
	Intercepto	Coeficiente angular	R <sup>2</sup> (%)	QME (%PV <sup>2</sup> )	Viés (%)
<b>AFRC (1993)</b>	0,429±0,033*	0,906±0,011*	82,8	0,08	-4,2
<b>INRA (1988)</b>	-0,913±0,057*	1,211±0,017*	78,0	0,12	5,9
<b>NRC (2006)</b>	0,884±0,069*	0,933±0,027*	44,3	0,70	-22,2

Valores seguidos por asterisco diferem de 0 e 1 para o intercepto e coeficiente angular, respectivamente (P < 0,05)

Estudando sistemas de produção de caprinos leiteiros na região sudeste do Brasil, Gonçalves (2008) avaliou sistemas confinados e caracterizou o consumo como representando de 1,89% de MS/kg de PV, para animais de menor produção, até 3,82% de MS/Kg de PV para animais de maior produção.

#### 4.2. Persistência da Lactação *versus* comitês

A persistência da lactação é a taxa de declínio após o pico da lactação e esta não variou entre os tratamentos (P>0,05), com uma taxa de 0,0058 L de leite/dia (figura 5), assim como o coeficiente da persistência da lactação.



IC = Intervalo de confiança para produção leiteira quinzenal. As setas representam o início do fornecimento das dietas aos respectivos grupos.

**Figura 5.** Produções leiteiras quinzenais de cabras Saanen alimentadas com dietas calculadas de acordo com predições dos requisitos nutricionais por três sistemas nutricionais.

O valor médio observado do coeficiente da persistência da lactação (0,94) foi superior ao recomendado Ribeiro (1997) para cabras leiteiras (0,90). Quanto mais próximo de 1 for o coeficiente de persistência da lactação menor a taxa de decréscimo da produção. Já Gaiata (2009) ao avaliar o efeito do ACTH em cabras Saanen recebendo uma dieta ajustada de acordo com o AFRC (1997) verificou, para o grupo controle, valores do coeficiente de persistência da lactação inferiores (0,85) ao encontrado neste experimento (0,94). Cabras leiteiras de raças especializadas apresentam coeficiente de persistência que variam entre 0,79 e 0,96 (JARDIM, 1996).

#### **4.3. Produção de leite *versus* comitês e dias em lactação**

O fornecimento dos tratamentos durante os 180 dias de lactação no período experimental não influenciaram no peso vivo (kg) das cabras.

Na tabela 6 são apresentados os as respostas estatísticas para estimativa da produção leiteira das cabras de acordo com o comitê de exigências nutricionais utilizado na formulação das rações (AFRC, 1993, INRA, 1988 e NRC, 2006).

Souza (2012) ao avaliar o uso da gordura protegida para elevação do nível de energia na dieta, sendo a dieta controle formulada para atender as exigências de cabras Saanen de 60 kg de peso corporal com produção de 3,0 kg de leite/dia, de acordo com o NRC (2007); observou que os índices de persistência permitiram que, aos 180 dias em lactação, as cabras que receberam suplementação produzissem aproximadamente 3,0 kg de leite/dia versus 2,0 kg/dia para o controle. Estes resultados se aproximam aos encontrados neste estudo com dietas formuladas com valores tabelados em cada comitê de exigência nutricional (AFRC, NRC e INRA) com média de produção de leite, aos 180 dias de lactação, de 2,32 L/dia.

**Tabela 6.** Solução para estimar a produção leiteira em função dos dias de lactação para cabras alimentadas segundo os modelos AFRC (1993), INRA (1988) ou NRC (2006)

<b>LEITE (kg/d)</b>	<b>Solução</b>		<b>Erro Padrão</b>	<b>P</b>
Intercepto	4,666E+00	±	7,664E-01	<0,0001
DEL	-3,355E+01	±	1,554E+01	0,032
DEL <sup>2</sup>	1,840E-01	±	1,029E-01	0,0748.
DEL <sup>3</sup>	0,000E+00	±	2,000E-04	0,0872.
DIETA(INRA)	-1,537E+00	±	1,024E+00	0,1505
DIETA(NRC)	-1,130E+00	±	1,122E+00	0,3271
DEL:DIETA(INRA)	2,865E+01	±	2,055E+01	0,1646
DEL:DIETA(NRC)	2,842E+01	±	2,237E+01	0,2052
DEL <sup>2</sup> :DIETA(INRA)	-1,650E-01	±	1,355E-01	0,2245
DEL <sup>2</sup> :DIETA(NRC)	-1,870E-01	±	1,455E-01	0,1994
DEL <sup>3</sup> :DIETA(INRA)	0,000E+00	±	3,000E-04	0,3065
DEL <sup>3</sup> :DIETA(NRC)	0,000E+00	±	3,000E-04	0,2201
<b>Leite<sub>3,5%</sub> (kg/d)</b>				
Intercepto	5,644E+00	±	7,173E-01	<0,0001
DEL	-5,365E-02	±	1,460E-02	0,0003**
DEL <sup>2</sup>	3,030E-04	±	9,670E-05	0,002*
DEL <sup>3</sup>	-1,000E-06	±	2,000E-07	0,0036*
DIETA(INRA)	-2,162E+00	±	9,563E-01	0,0364.
DIETA(NRC)	-9,301E-01	±	1,051E+00	0,3876
DEL:DIETA(INRA)	3,904E-02	±	1,928E-02	0,0441
DEL:DIETA(NRC)	2,468E-02	±	2,101E-02	0,2415
DEL <sup>2</sup> :DIETA(INRA)	-2,210E-04	±	1,272E-04	0,0831.
DEL <sup>2</sup> :DIETA(NRC)	-1,640E-04	±	1,368E-04	0,232
DEL <sup>3</sup> :DIETA(INRA)	0,000E+00	±	3,000E-07	0,1377
DEL <sup>3</sup> :DIETA(NRC)	0,000E+00	±	3,000E-07	0,2431

\*\*\*P<0,001; \*\*P<0,01; \*P<0,05; ..P<0,10

Nota-se que os componentes do leite de cabras Saanen não sofreram efeito de interação da dieta com os dias em lactação (P>0,05).

#### 4.4. Composição do leite *versus* Comitês e dias em lactação

Segundo Haenlein (2004), a contagem de células somáticas (CCS) para o leite de cabra deve ser inferior a 1 milhão de células/ mL . As altas contagens são devidas as diferenças fisiológicas e microbiológicas entre leite de cabra e vaca. Os valores médios encontrados neste trabalho foram de 852.000 células/mL, inferiores ao limite de 1 milhão de células/mL.

Na tabela 7 são apresentados dados da composição dos leites das cabras de acordo com o comitê de exigências nutricionais utilizado na formulação das rações.

**Tabela 7.** Composição percentual em função dos dias de lactação para cabras alimentadas segundo os modelos AFRC (1993), INRA (1988) ou NRC (2006)

	<b>Solução</b>		<b>ErroPadrão</b>	<b>P</b>
<b>Lactose (%)</b>				
Intercepto	4,958E+00	±	2,865E-01	<0,0001
DEL	-1,101E-02	±	5,851E-03	0,0613.
DEL <sup>2</sup>	6,700E-05	±	3,880E-05	0,0862.
DEL <sup>3</sup>	0,000E+00	±	1,000E-07	0,0951.
DIETA(INRA)	-5,509E-01	±	3,812E-01	0,1656
DIETA(NRC)	-3,813E-01	±	4,198E-01	0,3757
DEL:DIETA(INRA)	8,646E-03	±	7,717E-03	0,2638
DEL:DIETA(NRC)	7,151E-03	±	8,425E-03	0,3969
DEL <sup>2</sup> :DIETA(INRA)	-5,100E-05	±	5,100E-05	0,3177
DEL <sup>2</sup> :DIETA(NRC)	-4,900E-05	±	5,490E-05	0,3714
DEL <sup>3</sup> :DIETA(INRA)	0,000E+00	±	1,000E-07	0,3534
DEL <sup>3</sup> :DIETA(NRC)	0,000E+00	±	1,000E-07	0,3808
<b>Proteína (%)</b>				
Intercepto	3,556E+00	±	3,659E-01	<0,0001
DEL	-1,979E-02	±	7,593E-03	0,0098*
DEL <sup>2</sup>	1,530E-04	±	5,030E-05	0,0027*
DEL <sup>3</sup>	0,000E+00	±	1,000E-07	0,0011*
DIETA(INRA)	-1,372E-01	±	4,860E-01	0,7809
DIETA(NRC)	-7,572E-01	±	5,366E-01	0,1752
DEL:DIETA(INRA)	3,776E-03	±	1,002E-02	0,7066
DEL:DIETA(NRC)	1,561E-02	±	1,093E-02	0,1546
DEL <sup>2</sup> :DIETA(INRA)	-3,500E-05	±	6,620E-05	0,5927
DEL <sup>2</sup> :DIETA(NRC)	-1,150E-04	±	7,120E-05	0,1089
DEL <sup>3</sup> :DIETA(INRA)	0,000E+00	±	1,000E-07	0,4838
DEL <sup>3</sup> :DIETA(NRC)	0,000E+00	±	1,000E-07	0,0725
<b>Gordura (%)</b>				
Intercepto	6,056E+00	±	8,035E-01	<0,0001
DEL	-4,516E-02	±	1,661E-02	0,0071*
DEL <sup>2</sup>	2,440E-04	±	1,100E-04	0,0278..
DEL <sup>3</sup>	0,000E+00	±	2,000E-07	0,0621.
DIETA(INRA)	-1,370E+00	±	1,069E+00	0,2164
DIETA(NRC)	9,891E-01	±	1,178E+00	0,4121
DEL:DIETA(INRA)	2,094E-02	±	2,194E-02	0,3409
DEL:DIETA(NRC)	-1,922E-02	±	2,391E-02	0,4223
DEL <sup>2</sup> :DIETA(INRA)	-1,020E-04	±	1,448E-04	0,4826
DEL <sup>2</sup> :DIETA(NRC)	1,240E-04	±	1,556E-04	0,4252
DEL <sup>3</sup> :DIETA(INRA)	0,000E+00	±	3,000E-07	0,5534
DEL <sup>3</sup> :DIETA(NRC)	0,000E+00	±	3,000E-07	0,471

\*\*\*P<0,001; \*\*P<0,001; \*P<0,01; ..P<0,05; .P<0,10

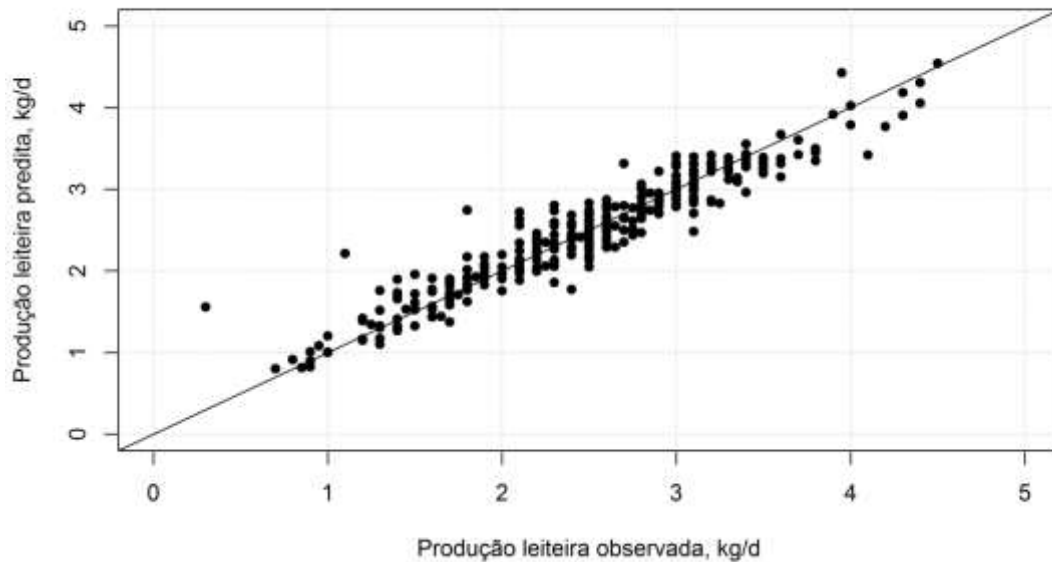
Os resultados de composição do leite (tabelas 8 e 9) seguiram o comportamento das demais variáveis (produção de leite, consumo de MS/PV e consumo de FDN/PV) que, quando apresentaram efeito dos tratamentos (dieta e DEL), os dias em lactação foi a única responsável pela alteração nessas variáveis. Trabalhos confirmam o estágio de lactação como principal fator fisiológico envolvido nas alterações dos constituintes lácteos (ROTA et al., 1993; ZENG et al., 1995; ZENG et al., 1997; RODRIGUES et al., 2007; QUEIROGA et al., 2010). Estudos foram conduzidos com intuito de avaliar modificações nos constituintes do leite conforme mudanças na dieta, entretanto alterações na composição do leite foram observadas somente quando as cabras foram alimentadas com expressiva diferença nas relações de proteína:energia na dieta, de 7,3 a 14,8 (RODRIGUES et al., 2007). Tal diferença na relação proteína: energia não foi observada entre as dietas desse presente estudo o que pode justificar a ausência de efeito da dieta sobre a composição do leite das cabras.

Ao analisar o efeito isolado dos tratamentos (DIETA e DEL), a concentração de lactose (tabela 8) não sofreu implicação ( $P>0,05$ ) de dieta nem dos dias em lactação tendo como média 4,298% entre os tratamentos.

Segundo Queiroga et al. (2010), a lactose é um dos nutrientes mais estáveis da composição química do leite e está diretamente relacionada à regulação da pressão osmótica, de forma que maior produção de lactose determina maior produção de leite com mesmo teor de lactose. Entretanto, as concentrações de proteína bem como de gordura do leite (tabela 8) diminuíram linearmente ( $P<0,01$ ) com o avanço da lactação apresentando 2,811% e 3,477% de média, respectivamente. Os conteúdos de gordura no leite da cabra e da vaca aumentam após o parto e diminuem durante a maior parte da lactação, decréscimo que está relacionado ao efeito de diluição, ocasionado pelo aumento do volume de leite até o pico de lactação, e à diminuição da mobilização da gordura, que reduz a disponibilidade de protoplasma para síntese de lipídios mamários (Chilliard, 2004). Valores semelhantes foram encontrados por Zambomet al. (2005), ao estudarem níveis de 0-41,32% de casca de grão de soja na dieta total, 13,29-15,98% de PB e 30,88-49,65% de FDN, obtiveram 3,18-3,19% de gordura, 2,83-2,91% de PB, 4,18-4,25% de lactose e 11,22-11,69% de extrato seco total no leite de cabras Saanen produzindo entre 2,33 e 3,38 kg de leite/dia.

A figura 6 representa a produção leiteira em kg/dia, onde observa-se que as dietas foram formuladas para o atendimento de exigências de cabras produzindo 3,5 kg de leite/dia, e os valores médios observados de produção nos primeiros controles após 12 dias de adaptação foram de 3,35 litros, havendo assim uma queda na produção podendo esta ser atribuída ao não

atendimento das exigências nutricionais ou a efeitos adversos causados com a inserção dos animais na área experimental ocorrendo assim a queda na produção.



**Figura 6.** Produções leiteiras observadas *versus* previstas pelo modelo de regressão linear mista

Uma vez que efeitos de dieta ou interação dieta *versus* dia em lactação não foram significativos, a equação geral que descreve a produção leiteira em função dos DEL é a que segue:

$$Leite_{(kg/d)} = 3,3714 \pm 0,1504 - 0,0058 \pm 0,0006 \times DEL_{(d)} \quad [10]$$

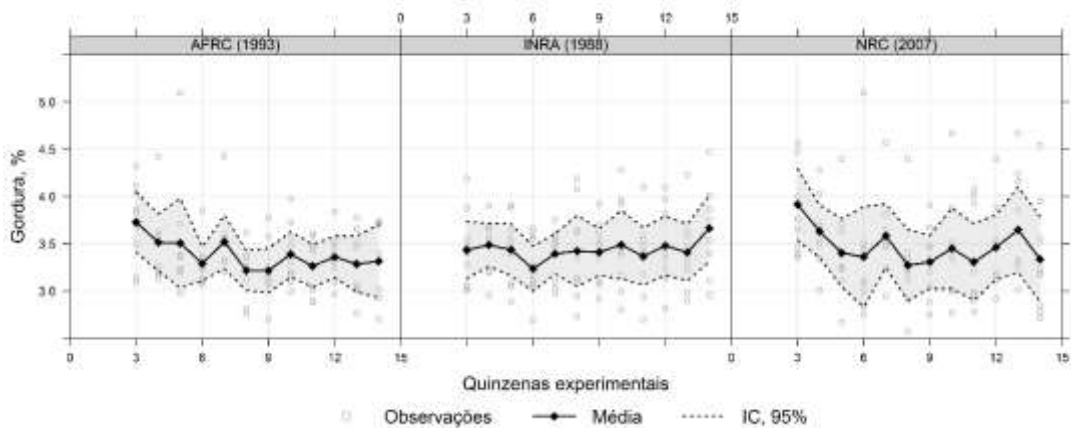
#### 4.5. Composição do leite *versus* dietas e dias em lactação

Os valores observados na tabela 8 apresentam os componentes do leite. O componente lactose não foi afetado ( $P > 0,05$ ) pelos dias em lactação e dietas. A gordura e proteína foram afetados ( $P < 0,05$ ) pelos dias em lactação, e a equação linear melhor se ajustou para o componente gordura, o percentual de proteína apresentou melhor ajuste utilizando-se o modelo cúbico.

Não houve influência de dieta e de dias em lactação sobre os teores de extrato seco total no leite de cabras Saanen, que teve média de 11,49%. Nas correlações entre os constituintes

do leite (anexo I e anexo II), verifica-se alta correlação ( $r=0,77$ ) entre gordura e extrato seco total, de modo que a gordura demonstra ser o componente que mais influencia o comportamento do extrato seco, seguida de proteína (0,65) e lactose (0,47).

Observou-se (figura 7) a variação do percentual de gordura no leite ao longo das quinzenas em cada tratamento. Nos tratamentos com dietas formuladas pelos comitês NRC (2006) e AFRC (1993) houve uma ligeira queda, concordando com trabalho de Gomes et al. (2004). Já no tratamento INRA (1988), ocorreu aumento do percentual de gordura concordando com Zeng et al. (1996).



**Figura 7.** Percentual do componente gordura do leite em amostras quinzenais de cabras Saanen alimentadas com dietas calculadas de acordo com previsões dos requisitos nutricionais por três sistemas nutricionais

Ao observar os valores apresentados na tabela 9, contendo as respostas de ingestão de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro por percentual de peso vivo, o modelo de equação quadrática melhor se ajustou para visualização do efeito do consumo por peso vivo sobre a quinzena.

Os resultados observados nas correlações (anexos I e II) indicam que existe uma relação entre a concentração de proteína na dieta, persistência de lactação e produção de leite acumulada segundo os valores observados entre as dietas NRC e INRA comparadas a dieta AFRC.

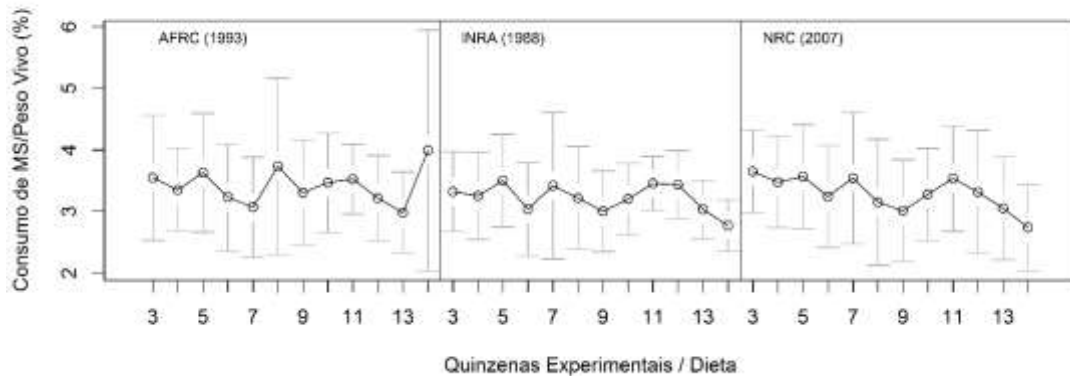


A tabela 9 demonstra a correlação entre todas variáveis analisadas no estudo, onde é observado que o consumo de matéria seca tem grande correlação com a produção de leite.

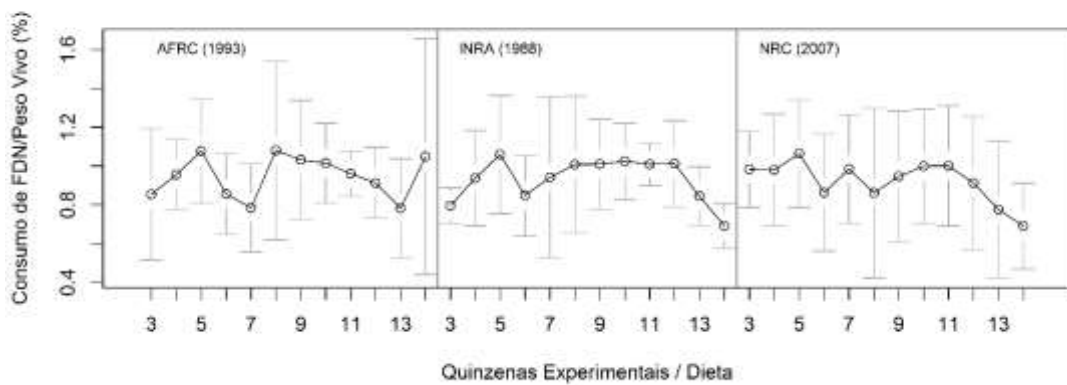
**Tabela 8.** Ingestão de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro em relação ao percentual de peso vivo das cabras, nos vários tratamentos.

	<b>Solução</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>P</b>
<b>Consumo de MS/PV (%)</b>			
Intercepto	7,0337 ±	1,8469	0,0002**
DIETA(INRA)	-2,2242 ±	2,3056	0,3363
DIETA(NRC)	-0,4365 ±	2,5603	0,8649
QUINZENA	-1,4745 ±	0,7455	0,0498..
QUINZENA <sup>2</sup>	0,1830 ±	0,0928	0,0505.
QUINZENA <sup>3</sup>	-0,0072 ±	0,0036	0,049..,
DIETA(INRA):QUINZ	0,7705 ±	0,9536	0,4204
DIETA(NRC):QUINZ	0,2966 ±	1,0281	0,7734
DIETA(INRA):QUINZ <sup>2</sup>	-0,0893 ±	0,1208	0,4609
DIETA(NRC):QUINZ <sup>2</sup>	-0,0488 ±	0,1272	0,7017
DIETA(INRA):QUINZ <sup>3</sup>	0,0033 ±	0,0048	0,4854
DIETA(NRC):QUINZ <sup>3</sup>	0,0023 ±	0,0049	0,6478
<b>Consumo de FDN/PV (%)</b>			
Intercepto	2,1199 ±	0,6359	0,0011*
DIETA(INRA)	-1,1097 ±	0,7938	0,1643
DIETA(NRC)	-0,1017 ±	0,8815	0,9083
QUINZENA	-0,4932 ±	0,2567	0,0567.
QUINZENA <sup>2</sup>	0,0638 ±	0,0319	0,0477..
QUINZENA <sup>3</sup>	-0,0026 ±	0,0012	0,0395..
DIETA(INRA):QUINZ	0,3950 ±	0,3283	0,2309
DIETA(NRC):QUINZ	0,0747 ±	0,3540	0,8332
DIETA(INRA):QUINZ <sup>2</sup>	-0,0433 ±	0,0416	0,2997
DIETA(NRC):QUINZ <sup>2</sup>	-0,0120 ±	0,0438	0,7845
DIETA(INRA):QUINZ <sup>3</sup>	0,0015 ±	0,0016	0,3545
DIETA(NRC):QUINZ <sup>3</sup>	0,0005 ±	0,0017	0,7513
<b>Consumo de Proteína/PV (%)</b>			
Intercepto	0,7951 ±	0,2432	0,0013*
DIETA(INRA)	-0,1255 ±	0,3036	0,6799
DIETA(NRC)	0,0337 ±	0,3371	0,9205
QUINZENA	-0,1574 ±	0,0982	0,1110
QUINZENA <sup>2</sup>	0,0189 ±	0,0122	0,1245
QUINZENA <sup>3</sup>	-0,0007 ±	0,0005	0,1311
DIETA(INRA):QUINZ	0,0781 ±	0,1255	0,5350
DIETA(NRC):QUINZ	0,0394 ±	0,1354	0,7716
DIETA(INRA):QUINZ <sup>2</sup>	-0,0099 ±	0,0159	0,5346
DIETA(NRC):QUINZ <sup>2</sup>	-0,0071 ±	0,0168	0,6713
DIETA(INRA):QUINZ <sup>3</sup>	0,0004 ±	0,0006	0,5467
DIETA(NRC):QUINZ <sup>3</sup>	0,0003 ±	0,0006	0,6113

\*\*\*P<0,001; \*\*P<0,001; \*P<0,01; ..P<0,05; .P<0,10

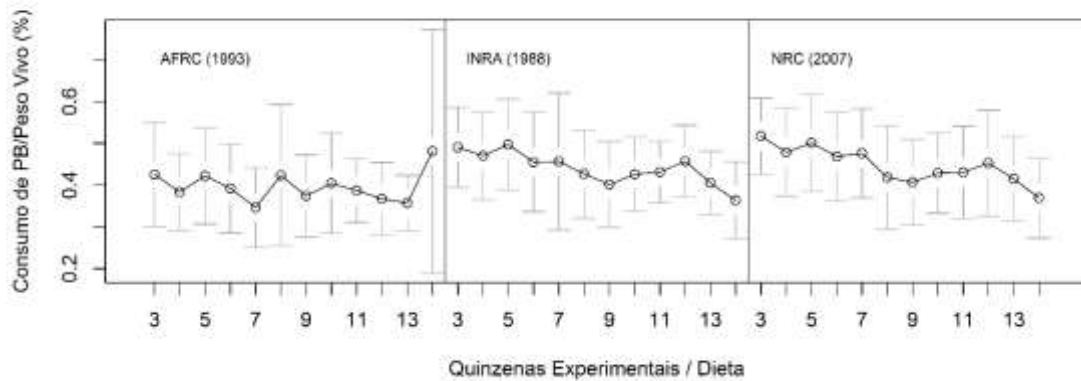


**Figura 8.** Consumo de matéria seca observado por quinzena comparado ao percentual de peso vivo por de cabras Saanen alimentadas com dietas calculadas de acordo com predições dos requisitos nutricionais por três sistemas nutricionais.



**Figura 9.** Consumo de fibra em detergente neutro sobre o percentual de peso vivo em cada tratamento ao longo das quinzenas experimentais.

Os valores observados de consumo de proteína por peso vivo na ração afetou o consumo de matéria seca, ao observando os gráficos as variações de consumo de matéria seca/PV e consumo de proteína/PV ao longo das quinzenas.



**Figura 10.** Consumo de proteína bruta por percentual de peso vivo, quinzenais de cabras Saanen alimentadas com dietas calculadas de acordo com predições dos requisitos nutricionais por três sistemas nutricionais.

A produção de leite é afetada pela concentração de proteína na dieta. Desta forma, dietas com maiores concentrações de proteína tendem a proporcionar maior produção nos animais, como foi observado neste trabalho. Os tratamentos NRC, INRA e AFRC, apresentaram medias de produção de leite 2,59, 2,52 e 2,46 Kg/dia.

Os valores observados na tabela 10, estão demonstrados e comparados a eficiência econômica de cada dieta. Apesar do tratamento AFRC, gerar uma produtividade média entre as demais dietas, proporcionou um melhor percentual de custo, sendo assim indicado dentre os demais. O tratamento NRC apresentou maior produtividade em kg/leite/dia, porém com aumento considerável no custo da produção.

Souza (2012), trabalhando dietas contendo diferentes níveis energéticos, observou que, apesar do melhor desempenho produtivo, foi utilizando o nível de 2,8 Mcal de EM/kg de MS, ao avaliar a margem bruta e a relação custo benefício, que foram obtidos os melhores resultados para o tratamento contendo 2,7 Mcal de EM/Kg de MS.

Todavia, além das respostas produtivas, é importante ter em mente as respostas econômicas. MCMANUS et al. (1997) citaram que o sucesso de sistemas de produção animal é mundialmente dependente do grau de eficiência econômico-produtiva que se atinge, e que eficiência nem sempre significa máxima produtividade.

**Tabela 9.** Avaliação de custo em cada dieta, observada entre os tratamentos, custo total da dieta (animal) por dia, produção média em quilograma por dia, custo da dieta por quilograma de leite produzido, renda diária por animal dia, renda total em reais durante o período experimental

<b>Parâmetros</b>	<b>Tratamentos</b>		
	<b>AFRC</b>	<b>INRA</b>	<b>NRC</b>
Produção de leite (kg/dia)	2,52	2,46	2,59
Receita com a venda do leite (R\$/dia)*	4,41	4,30	4,53
Custo com alimentação (R\$/dia)	1,12	1,19	1,21
Margembruta	3,29	3,11	3,32
Custo/Benefício	2,94	2,61	2,74
TIR (%)	194	161	174
VPL	1,70	1,49	1,64

\*Considerando o valor médio pago por litro de leite R\$ 1,75.

Mesmo não havendo diferença estatística para a produção de leite (Kg/dia) houve diferença econômica entre as dietas, no qual o tratamento AFRC apresentou maior TIR, com VPL de R\$1,70 e relação custo benefício de 2,94, em seguida o tratamento NRC com TIR 174%, custo/benefício 2,74 e VPL de R\$1,64, e por último o tratamento INRA com TIR 161, custo/benefício 2,61 e VPL R\$1,49, portanto para fins econômicos considerando apenas a dieta, a recomendação deverá ser utilizar o tratamento AFRC.

## 5. CONCLUSÕES

Dentre as equações de predição de consumo de matéria seca utilizadas neste estudo foram observados nos tratamentos que utilizavam dietas formuladas pelos comitês de exigências nutricionais AFRC (1993) e INRA (1988) apresentam melhor ajuste, sendo estes indicados para estimar o consumo de matéria seca.

Ao comparar os valores de produção de leite, persistência de lactação e composição do leite não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos.

As diferenças encontradas neste estudo foram observadas através da avaliação econômica cada tratamento, onde o tratamento AFRC apresentou melhor taxa média de retorno sendo o comitê AFRC (1993) indicado para utilização na formulação de rações para cabras leiteiras.

## 6. REFERÊNCIAS

- AFRC - AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford, UK: Agricultural and food research council, 1993. p.159.
- AFRC - AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. *The nutrition of goats*. New York, NY: CAB International, 1998. 116- 118p.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*. Gaithersburg, MD: AOAC International, 16 ed, 2010.
- BORGES, C. H. P. BRESSLAU, S. Custo de produção do leite de cabra. In: Anais. V Encontro de Caprinocultores do Sul de Minas e Média Mogiana. CREUPI. Espírito Santo do Pinhal, SP. 2001.
- CANNAS, A. ; ATZORI, A. S. ; BOE, F. ; TEIXEIRA, I. A. M. A. Energy and protein requirements of goats. In: Cannas, A.; Pulina, G.. (Org.). *Dairy goat, feeding and nutrition*. 1 ed. Wallingford: CAB international, v. 1, p. 118-146, 2007
- CANNAS, A. et al. Prediction of the growth rate of kids with the Small Ruminant Nutrition System. In: Annual Meeting of the Brazilian Society of Animal Science. SBZ, 2007. p. 1-3.
- COBUCCI, J. A.; EUCLYDES, R. F.; COSTA, C. N. et al. Análises da persistência na lactação de vacas da raça holandesa, usando produção no dia do controle e modelo de regressão aleatória. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.2, p.546-554, 2004.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO PUBLISHING. *Nutrient requirements of domesticated ruminants*. Collingwood, Australia. 2007. 270p.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION – CSIRO PUBLISHING, Standing Committee on Agriculture, Ruminants Subcommittee, 1990. *Feeding standards for Australian Livestock. Ruminants*. Ed. CSIRO Publications, East Melbourne, Australia, 1990
- CORDEIRO, P. R. C. Opções de mercado do leite de cabra e derivados: Perspectivas de desenvolvimento, industrialização e comercialização. In: Encontro Nacional para o Desenvolvimento da Espécie Caprina, 5. 1998 - Botucatu - SP.
- DAIRY GOAT , feeding and nutrition. 1 ed. Wallingford: CAB international, v. 1, p. 118-146, 2007.
- DEKKERS, J.C.M., JAMROZIK, J., TEN HAG, J.H., SCHAEFFER, L.R., WEERSINK, A. 1996. Genetic and economic evaluation of persistency in dairy cattle. *Proc. Int. Workshop on Genetic Improvement of functional Traits in Cattle*. *Interbull Bulletin*. 12:97-102.
- DEKKERS, J.C.M., TEM HAG, J.H., WEERSINK, A. 1998. Economic aspects of persistency of lactation in dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.* 53:237-252.

- EL-AGAMY, E.I. The challenge of cow milk protein allergy. *Small Ruminant Research*, v.68, p.64–72, 2007.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO [2010]. Live animals. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: 20/4/2014.
- GONÇALVES, A. L.; LANA, R. DE P.; VIEIRA, R. A. M.; HENRIQUE, D. S.; MANCIO, A. B.; PEREIRA, J. C. Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 2, p. 366-376, 2008. (suplemento).
- GIPSON, T. A.; GROSSMAN, M. Diphasic Analysis of lactation curves in dairy goats. *Journal of Dairy Science*, v.72, p.1035- 1044, 1989.
- GUIMARÃES, V.P.; RODRIGUES, M. T.; SARMENTO, J. L. R. et al. Utilização de funções matemáticas no estudo da curva de lactação em caprinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.2, p.535-543, 2006.
- GROSSMAN, M.; HARTZ, S. M.; KOOPS , W. P. Persistency of lactation yield: A novel approach. *Journal of dairy science*, v.82, n.10, p.2192-2197, 1999.
- GENGLER, N. 1996. Persistency of lactation yields: A review. *Proc. Int. Workshop on Genetic Improvement of functional Traits in Cattle. Interbull Bulletin*. 12:97-102.
- HAENLEIN, G.F.W. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, v.51, n.1, p.155-163, 2004.
- HOFMANN, R.R.; D.R.M. STEWART.1972. Grazer or browser: A classification based on the stomach structure and feeding habits of East African ruminants. *Mammalia* 36:226-240.
- INRA. Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables. Ed. R. Jarrige. IRA, Paris, France, 1989.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. [2010].Estatísticas sobre pecuária, rebanho e produção. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)> Acesso em: 26/4/2014.
- INRA - INSTITUTE NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. Paris: JARRIDGE R., 1988. p.471.
- JOHANSSON, I.; HANSSON, A. 1940. Causes of variation in milk and butter far yield in dairy cows. *Kungl.Landtbr.Akad.Tidskr.*, 79:1-127.
- JARDIM, W. R. Criação de caprinos, 11 ed. São Paulo: Nobel, 1986.
- LIVESTOCK PRODUCTION, 8., 2006, Belo Horizonte. Proceedings. Belo Horizonte, 2006a. (CD-ROM).
- LUO, J.; GOETSCH, A.L.; NS AHLAI, I.V. et al. Maintenance energy requirements of goats: predictions base on observations of heat and recovered energy. *Small Ruminant Research*, v.53, p.221-230, 2004.

- LUO, J.; GOETSCH, A. L.; SAHLU, T. et al. Prediction of metabolizable energy requirements for maintenance and gain of preweaning, growing and mature goats. *Small Ruminant Research*, v.53, p.231-252, 2004.
- KUTNER, M. H.; NACHTSHEIM, C. J.; NETER, J.; LI, W. *Applied linear statistical models*. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2005.
- KLEIBER, M. *The fire of life*. 2 thed. New York: Robert E. Krieger Publishing, 1975
- KRUG, E.E. *Sistemas de produção de leite: identificação de benchmarking*. Porto Alegre: Pallotti, 2001. 256p.
- MACEDO, V.P.; DAMASCENO, J. C.; SANTOS, G. T. et al. Comportamento da curva de lactação de cabras mestiças Saanen em função da alocação de concentrado e do sistema de produção. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.2093- 2098, 2001. (Supl.).
- MALAFAIA, P. A. M. Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos de alimentos por técnicas “in situ”, “in vitro” e de produção de gases. Viçosa, MG UFV, 1997, 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade federal de Viçosa 1997.
- MARTINS, P. R. G.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M. E. R.; GOMES, J. F.; STUMP Jr, W.; ZANELA, M. B. Produção e qualidade do leite em sistemas de produção da região leiteira de Pelotas, RS, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 212-217, 2007.
- MCMANUS, C., GUTH, T. L. F., SAUERESSIG, M. G. Curvas de lactação em gado holandês em confinamento total no DF. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora, MG. Anais... Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.74.
- MORAND-FEHR,P. *Goat Nutrition*. 3 ed. Netherlands, Pudoc Wageningen, p.3-124, 1991.
- MORAND-FEHR, P. *Nutrition and Feeding of Goats: Application to Temperate Climatic Conditons*In GALL, C. (Ed.) *Goat Production*. 1.ed.Academic Press INC: Nova York,1981.p.193-231.
- MORAND-FEHR, P.,BAS, P.: BLANCHART, R.; et al. Influence of feeding on goat milk composition and technological characteristics In: Pudoc. (Ed.) *Goat Nutrition*. 1. ed. Wageningen: The Netherlands,1991. p 209-224.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of goats*. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1981. 91p.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and New World camelids*. Washington, D.C.: The National Academic Press, 2007. p.362.
- PARK, Y. W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G. F. W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk.*Small Ruminant Research*, v.68, n.1-2, p.88-113, 2007.
- PINHEIRO, J.; BATES, D.; DEBROY, S. et al. *nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models: R Package Version*, 3.1-110, 2013.

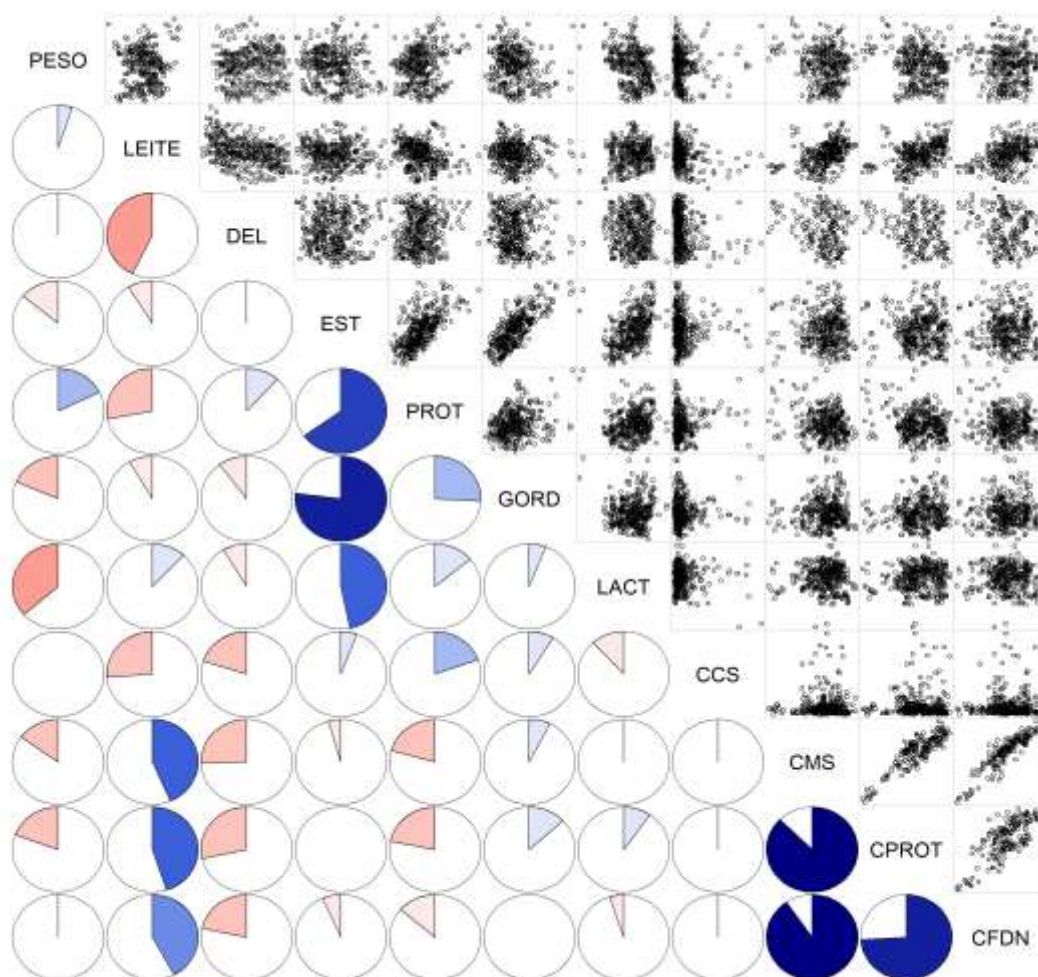


- PULINA, G., AVONDO, M., MOLLE, G., FRANCESCONI, A. H. D., ATZORI, A. S., & CANNAS, A. (2013). Models for estimating feed intake in small ruminants. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(9), 675-690.
- QUEIROGA, R.C.R.E.; MAIA, M.O.; MEDEIROS, A.N. et al. Produção e composição química do leite de cabras mestiças Moxotó sob suplementação com óleo de licuri ou de mamona. *R. Bras. Zootec.*, v.39, n.1, p.204-209, 2010.
- RIBEIRO, S.D.A. *Caprinocultura: Criação Racional de Caprinos*. São Paulo, Nobel, p.72-127, 1997.
- RESENDE, K. T., FERNANDES, M. H. M.; TEIXEIRA, I. (2005). Exigências nutricionais de caprinos e ovinos. *REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 42, 114-135.
- R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing 2013.
- RESENDE, K. T. D., SILVA, H. G. D. O., LIMA, L. D. D., TEIXEIRA, I. A. M. D. A. (2008). Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(SPE), 161-177.
- RODRIGUES, C.A.F.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Consumo, digestibilidade e produção de leite de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia líquida. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.5, p.1658-1665, 2007.
- RODRIGUES, L.; SPINA, J.R.; TEIXEIRA, I.A.M.A. et al. Produção, composição do leite e exigências nutricionais de cabras Saanen em diferentes ordens de lactação. *Acta Sci. Anim. Sci.*, v. 28, n. 4, p. 447-452, 2007.
- ROTA, A. M. et al. Evolucion de la cantidad y calidad de la leche de cabra Verata a lo largo de la lactación. *Archive Zootecnia*, n. 42, p. 137-146, 1993.
- ROCHA JR., V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos e validação das equações propostas pelo NRC (2001). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v., 32, n.2, p.480-490, 2003.
- SAHLU, T.; FERNANDEZ, J.M.; JIA, Z.H. et al. Effect of source and amount of protein on milk production in dairy goats. *Journal of Dairy Science*, v.76, p.2701-2710, 2004.
- SÖLKNER, J.; FUCHS, W. A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of test-day milk yields. *Livestock Production Science*, v.16, p.305-319, 1987.
- SWALVE, H. H. 1995a. Genetic relationship between dairy lactation persistency and yield. *J. Anim. Breed. Genet.* 112:303-311.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, p.3562-3577, 1992.

- SOUZA, O. de potencial de produção de leite de cabras Saanen utilizando gordura protegida nas dietas. 2012. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- TEIXEIRA, I.A.M.A.; ST-PIERRE, N.; RESENDE, K.T. et al. Prediction of intake and average daily gain by different feeding systems for goats. *Small Ruminant Research*, v.98, n.1-3, p.93-97, 2011.
- TEDESCHI, L. O. Assessment of the adequacy of mathematical models. *Agricultural Systems*, v. 89, n. 2-3, p. 225-247, 2006.
- TEKERLI, M., AKINCI, Z., DOGAN, I., AND AKCAN, A. 2000. Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein cows from the Balikesir province of Turkey. *J. Dairy Sci.* 83(6):1381-1386.
- VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J.B, LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Animal Science*, n.74, p. 3582-3597, 1991.
- VARONA, L.; MORENO, C.; GARCIA-CORTES, L.A. et al. Model determination in a case of heterogeneity of variance using sampling techniques. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v.114, n.1, p.1-12, 1997.
- WOOD, P.D.P. 1967. Algebraic model of lactation curve in cattle. *Nature*. 216(5111):164-165.
- WOOD, P. D. P. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*, v.216, p. 164-165, 1967.
- ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T. et al. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes de rações com casca do grão de soja em substituição ao milho para cabras Saanen em lactação e no pré-parto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.7, p.1311-1318, 2008.
- ZAMBOM, Maximiliane Alavarse et al. Curva de lactação e qualidade do leite de cabras Saanen recebendo rações com diferentes relações volumoso: concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 6, p. 2515-2521, 2005.
- ZENG, S. S.; ESCOBAR, E. N. Effect of parity and milk production on somatic cell count, standard plate count and composition of goat milk. *Small Ruminant Research*, n. 17, p. 269-274, 1995.
- ZENG, S. S.; ESCOBAR, E. N. POPHAM, T. Daily variations in somatic cell count, composition, and production of Alpine goat milk. *Small Ruminant Research*, n. 26, p. 253-260, 1997.
- ZENG, S.S.; ESCOBAR, E.N. Comparison of goat milk standards with cow milk standards for analyses of somatic cell count, fat and protein in goat milk. *Small Ruminant Research*, v.21, n.3, p.221-225, 1996.

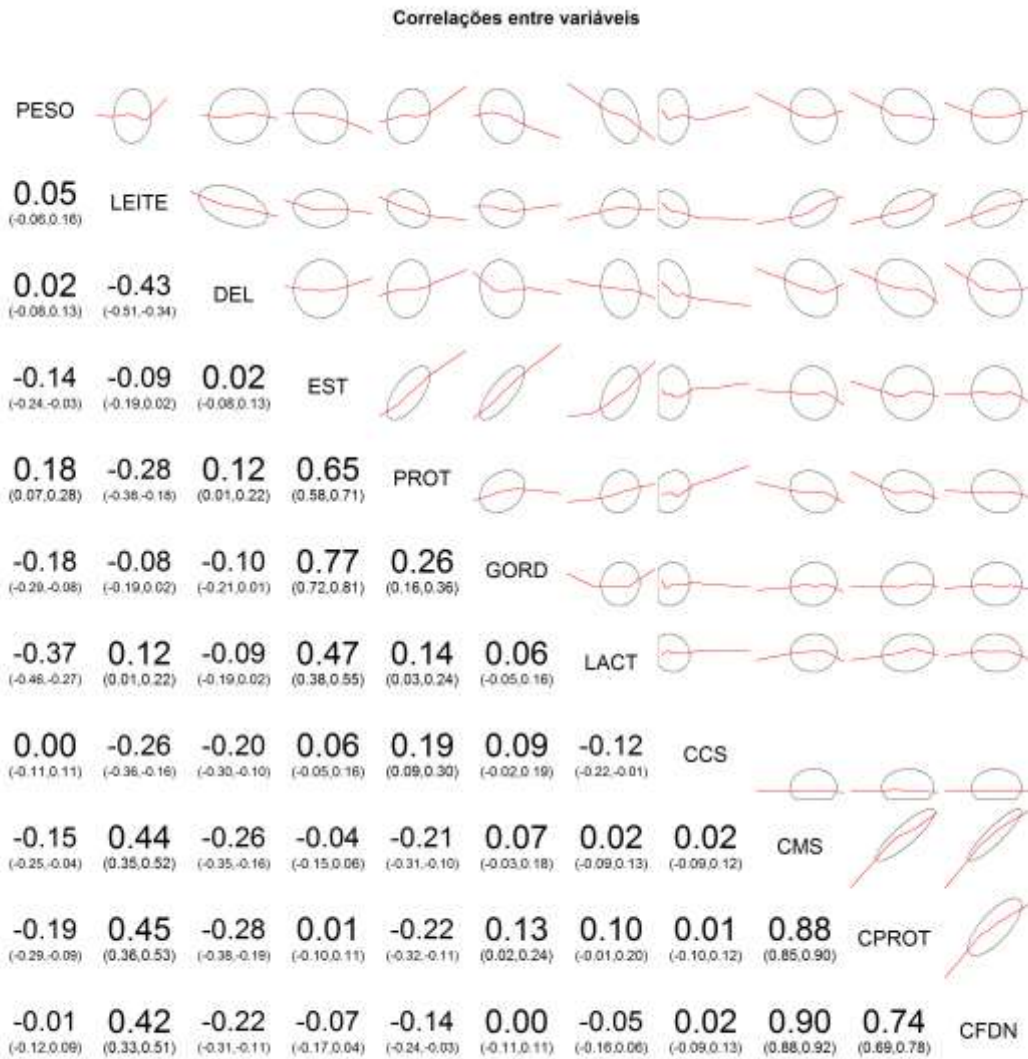
## ANEXO I

Correlações entre variáveis



**Figura 11.** Correlações entre as variáveis estudadas, Peso vivo (PV), produção de leite (Leite), dias em lactação (DEL), estrato seco total do leite (EST), percentual de proteína (PROT), percentual de gordura (GORD), percentual de lactose (LACT), contagem de células somáticas (CCS), consumo de matéria seca (CMS), consumo de proteína bruta (CPROT), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN).

## ANEXO II



**Figura 12.** Correlações entre as variáveis estudadas, Peso vivo (PV), produção de leite (Leite), dias em lactação (DEL), estrato seco total do leite (EST), percentual de proteína (PROT), percentual de gordura (GORD), percentual de lactose (LACT), contagem de células somáticas (CCS), consumo de matéria seca (CMS), consumo de proteína bruta (CPROT), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN).