

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF**

**ELVANIO JOSÉ LOPES MOZELLI FILHO**

**COMPOSIÇÃO E EXIGÊNCIAS DE MINERAIS DE CABRAS PARDA ALPINA EM  
INÍCIO DE LACTAÇÃO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ**

**2023**

### FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

M939

Mozelli Filho, Elvanio José Lopes.

Composição e exigência mineral de cabras Parda Alpina em início de lactação / Elvanio José Lopes Mozelli Filho. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2023.

44 f.

Inclui bibliografia.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2023.  
Orientador: Tadeu Silva de Oliveira.

1. macro mineral. 2. Capra aegagrus hircus. 3. lactação. 4. nutrição. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 636

**ELVÂNIO JOSÉ LOPES MOZELLI FILHO**

**COMPOSIÇÃO E EXIGÊNCIAS DE MINERAIS DE CABRAS PARDA ALPINA EM  
INÍCIO DE LACTAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

Orientador: Prof. Dr. Tadeu Silva de Oliveira.

**ORIENTADOR: Prof. Tadeu Silva de Oliveira**

Campos dos Goytacazes-RJ

2023

ELVANIO JOSÉ LOPES MOZELLI FILHO

COMPOSIÇÃO E EXIGÊNCIAS DE MINERAIS DE CABRAS PARDA ALPINA EM  
INÍCIO DE LACTAÇÃO

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal na área de concentração em Zootecnia.

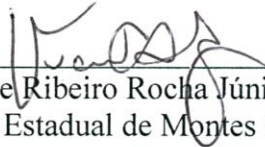
Aprovada em 01 de março de 2023.

BANCA EXAMINADORA



---

Dr.<sup>a</sup> Elizabeth Fonsêca Processi (Doutora em Ciência Animal)  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ



---

Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior (Doutor em Zootecnia)  
Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES



---

Prof. Dr. Alberto Magno Fernandes (Doutor em Zootecnia)  
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF



---

Prof. Dr. Tadeu Silva de Oliveira (Doutor em Zootecnia)  
Universidade Estadual do Norte Fluminense – Darcy Ribeiro – UENF  
Orientador

## DEDICATÓRIA

Dedico esse título à Deus e a Virgem Santíssima, mãe de Cristo e minha mãe. A quem recorri em todas as horas, para agradecer e rogar ao auxílio misericordioso!

Aos meus pais Marilene Cravinho de Carvalho Mozelli e Elvanio José Lopes Mozelli, e minha querida irmã Iracema Cravinho Mozelli pelo apoio incondicional e por serem meu suporte!

Aos meus pais do coração e madrinha Marcina de Fátima Monteiro Mozeli e Clóvis Lopes Mozeli (*in memoriam*) pelo amor e apoio!

Aos meus avós Enes Mozelli, Iracema Lopes Mozelli (*in memoriam*). Therezinha Cardoso Cravinho de Carvalho e José Maria Cordeiro de Carvalho (*in memoriam*) pelo amor e por serem meus exemplos e inspirações! Aos meus tios e primos pelo apoio e incentivo!

Dedico a todos meus professores, pois contribuíram sem exceção para que eu chegasse até aqui. E de forma especial ao meu orientador Tadeu Silva de Oliveira!

Aos meus amigos, que tornaram meus dias melhores e ajudaram a seguir a diante e a todos que colaboraram direta ou indiretamente para a construção dessa pesquisa!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus e Santa Maria pelo dom da vida, por sempre estarem próximos a mim, protegendo-me, confortando-me nos momentos difíceis, exaltando-me nos alegres e clareando meus pensamentos quando necessário. Senhor Deus, a Ti toda honra e toda Glória!

Obrigado professor Tadeu, meu orientador, por tornar esse sonho possível, pelos inúmeros conselhos e ensinamentos, pelo acolhimento na equipe de pesquisa e pela confiança depositada em mim. Guardarei com carinho em minhas memórias todas as nossas conversas. Serei eternamente grato por tudo que me proporcionou, e saiba que será sempre uma referência como profissional!

Ao professor Alberto Magno Fernandes e professora Rita Trindade obrigado pelo apoio, acolhimento, por todos os ensinamentos, pelas inúmeras conversas e amizade, sempre tão generosos, corteses e solícitos, recordarei com muito carinho e alegria todos os momentos que estivemos reunidos!

Aos meus pais Marilene Cravinho e Elvanio Mozelli, pelo apoio incondicional, amor, conselhos, ensinamentos e lições de vida, sem vocês nada disso seria possível e nem teria sentido! As canetas de minha mãe e as mãos calejadas de meu pai me fizeram homem e não há palavras em nenhum vernáculo que possam expressar minha gratidão, admiração, respeito e o privilégio de ser seu filho! A minha irmã Iracema Mozelli pelo seu amor, por ser meu suporte e porto seguro, minha metade, por me apoiar sempre. Te amo infinitamente minha caçulinha, meu maior orgulho!

Obrigado mãe Fátima e Pai Clóvis (*in memorian*) pelo amor, por serem exemplos para mim e por todo amparo. Pai Clóvis obrigado por ter sido amigo, tio e pai, por ter me ensinado tanto, pelas histórias e causos que gostava tanto de contar, pelas valiosas instruções do trato com a terra e com o gado.

Agradeço ao meu avô Enes Mozelli por ser meu exemplo e inspiração, por ser meu grande amigo, pelas inúmeras lições de vida, por ter transmitido o amor pela terra e o saber administrá-la, por ter me ensinado a lidar com a lavoura e o gado. Obrigado vó Iracema Lopes Mozelli (*in memorian*), por sua bondade infinita, por sua fé, por ser o maior exemplo de integridade, honestidade, sabedoria e pessoa digna que já tive. Obrigado por terem nos dado o nome Mozelli. Amo vocês!

Vó Therezinha Cravinho, o amor da minha vida, minha fiel companheira, amiga, madrinha, confidente e avó, que privilégio o meu ser seu neto. Obrigado pelo seu sorriso, sempre contagiante, por sua bondade, carisma e amor. Vô José Maria Carvalho (*in memorian*), obrigado por ter sido um pai e avô tão devotado, amigo e companheiro, sentimos muito sua falta!

Obrigado a todos familiares, tios e primos, Cravinho's e Mozelli's pelo amor incondicional, por todo apoio e por serem a melhor família que eu poderia ter.

Ao meu amigo e irmão Juliano Motta Barcelos, obrigado por nossos longos anos de amizade, por sempre estar ao meu lado, por compartilharmos nossos sonhos e decepções, por me aconselhar e sempre dizer as palavras certas nos momentos apropriados, por me incentivar sempre a correr atrás do melhor, por vibrar, torcer e comemorar comigo todas as nossas conquistas e pelas nossas conversas diárias. Obrigado por tudo e por aprender tanto com você, essa pessoa iluminada, de caráter e com o coração enorme!

A minha grande amiga Rabeche Schmith obrigado por nossa amizade, pelo companheirismo, por estar ao meu lado nesses dois anos, compartilhando nossas alegrias e dificuldades, pelos inúmeros ensinamentos técnicos e de vida, sua amizade tornou a caminhada mais leve e fácil de ser percorrida, obrigado por tudo e por tanto, há terei sempre com muito carinho em meu coração, apesar da distância que nossas profissões nos impuserem!

A minha amiga Raiany Resende, Mourão, obrigado por ter mudado o curso da minha vida com o convite para me inscrever no mestrado, você sempre foi uma referência e inspiração para mim, desde a época de graduação, obrigado por nossa profunda amizade, pelos incontáveis conselhos e puxões de orelha, ter você e Simba José em Campos tornou os dias mais alegres e divertidos!

Aos meus fiéis e velhos amigos, Nério Zuccon, Zayana Dellatorre, Joana Uliana, Melina Colodetti, Victor Palácio, Thayná Turler, Arthur Messa, Francisca Vieira e Geovanni Tonolli, obrigado por estarem ao meu lado, por torcerem por mim e pelo incentivo. O apoio de vocês foi essencial para eu seguir em frente, e cada conquista tem um pedacinho de vocês, pois fazem parte da minha história e da minha vida, vocês são a família que Castelo me deu e os guardo no meu coração com muito carinho!

Ao meu amigo, senhor Luan Wutke, obrigado pelo companheirismo, por nossas longas e profundas conversas sobre a vida, política, filosofia, religião e sobre a UENF (a melhor kkkk), por todo apoio que me deu durante esses dois anos dividido apartamento.

Aos amigos que fiz em Campos, Michele Camilo diretamente de São José do Calçado, conterrânea da minha família, obrigado por sua bondade, seu carisma, pelos ensinamentos, uma das melhores pessoas que já conheci, dona de um coração enorme! Kissyla Almeida, obrigado por sua amizade, por sua disposição em ajudar e alegria contagiante! Gefferson e Hércules obrigado pela parceria e amizade.

Agradeço meus amigos de pós-graduação Rabeche; Raiany; Michele; Júnior; Lilian; Elon e Ismael por toda colaboração no desenvolvimento do meu trabalho, pelas experiências trocadas e pelos bons momentos que partilhamos.

De igual forma o meu muito obrigados a toda equipe de bolsistas e IC's do NUPRO, Kissyla, Manoela, Istefany, Giulliano, Carol, Bruno, Luiza, Ana Elisa, Miguel, Cleissa e Lia, vocês foram essenciais, obrigado pela ajuda valiosa, sobretudo na lida com os animais.

Um agradecimento especial a toda equipe de colaboradores da UENF, que através de seus ofícios fazem toda engrenagem girar, o trabalho fluir e a pesquisa é feita, beneficiando milhares de pessoas com seus resultados. Obrigado Jovana Ferraz e Conceição Custódio, sempre solícitas na secretaria da Pós, Obrigado senhor Paulo Laurindo pela colaboração com os animais, pela amizade e por nossas longas conversas. Obrigado Jocimar por cuidar de nossa segurança e pela atenção para com os animais.

Aos meus professores, minha gratidão eterna, eu não cheguei até aqui sozinho, tenho a assinatura de cada um cravada na minha jornada acadêmica e moral, da minha primeira professora tia Marilene Cravinho (minha mãe) no primário ao meu orientador de mestrado professor Dr. Tadeu Oliveira o meu muito obrigado.

Agradeço de forma especial meu amigo e eterno professor, Dr. Diogo Vivacqua de Lima, seus ensinamentos e conselhos foram primordiais para o meu crescimento pessoal e profissional, dificilmente teria chegado até aqui sem o seu incondicional apoio. Obrigado pelas inúmeras oportunidades e por sua amizade. Obrigado também a outros grandes mestres, Dra. Iliani Bianchi, Me. Alan Paganini e Ma. Fernanda Falçoni pela imensa contribuição acadêmica, moral e apoio! Agradeço ao amigo Dr. Nabih Amin El Aouar pelos valiosos conselhos, ensinamentos e oportunidades, que ajudaram a moldar minha carreira como Médico Veterinário e crescimento pessoal e moral!

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, por toda infraestrutura, apoio, pelo competentíssimo corpo docente, em especial aos professores do CCTA, colaboradores e equipe da Pós-Graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido ao longo do curso, essencial para a execução desta pesquisa.

Obrigado a todos que de alguma forma contribuíram para minha formação pessoal e profissional!



## RESUMO

**MOZELLI FILHO, E. J. L., Me., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2023, Composição e exigências de minerais de cabras parda alpina em início de lactação. Tadeu Silva de Oliveira.**

Para obter uma melhor eficiência produtiva é preciso buscar formas de aproveitar todo o potencial produtivo dos animais, fornecendo dietas balanceadas, a fim de atender adequadamente as exigências nutricionais de cada categoria animal, para isso é preciso determinar a composição corporal. Objetivou-se com essa pesquisa determinar a composição corporal em macro minerais em cabras no início da lactação. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, (MG). Foram utilizadas 51 cabras multíparas da raça Parda Alpina, alocadas em baias metabólicas individuais, recebendo uma dieta balanceada. Inicialmente um grupo de 3 cabras foram abatidas para estimar a composição corporal inicial dos animais que permaneceram no experimento (grupo referência). As outras 48 cabras foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado onde os tratamentos constituíram de oito semanas subsequentes de lactação, sendo abatidas seis cabras por semana, para determinação da quantidade de minerais no corpo dos animais mediante a análise química dos tecidos corporais. As variáveis foram analisadas por meio de regressões não lineares em que,  $\alpha$  representa o conteúdo de mineral (Ca, P, Mg, K, Na) em grama (g) no início da lactação;  $\beta$  representa a taxa constante de mobilização do mineral (g); t representa os dias de lactação. Utilizou-se o procedimento NLMIXED do SAS (SAS OnDemand for Academics, SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA). A significância estatística foi declarada em  $P < 0.05$ . Houve redução linear nos teores de Ca ( $P = 0.008$ ), P ( $P = 0.002$ ) e Na ( $P = 0.003$ ) na carcaça, já o K ( $P < 0.001$ ) essa redução foi quadrática ao longo dos dias de lactação. Porém, o teor de Mg na carcaça não foi alterado ( $P > 0.05$ ). Nos componentes não carcaça, a redução nos teores de Ca ( $P < 0.001$ ); P ( $P < 0.001$ ); Mg ( $P = 0.010$ ) e K ( $P < 0.001$ ) foram lineares, mas o Na ( $P > 0.05$ ) não foi afetado com o avanço da lactação. Ao analisarmos a glândula mamária, somente o conteúdo de P ( $P = 0.016$ ) reduziu com os dias de lactação, em relação aos demais minerais não houve alteração ( $P > 0.05$ ). No PCV (peso da carcaça vazia) os minerais reduziram linearmente ( $P < 0.05$ ) com o avanço dos dias de lactação. Em conclusão, nos primeiros 56 dias de lactação, as cabras leiteiras mobilizaram minerais dos componentes da carcaça e não carcaça de forma distinta.

**Palavras-chave:** macro mineral, *Capra aegagrus hircus*, lactação, nutrição

## ABSTRACT

**MOZELLI FILHO, E. J. L., Me., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. March of 2023, Composition and mineral requirements of early lactating parda alpina goats. Tadeu Silva de Oliveira.**

It is necessary to seek ways to take advantage of all the productive potential of the animals to obtain better production efficiency, providing balanced diets to adequately meet the nutritional requirements of each animal category. The objective of this research was to determine the body composition in macro minerals in goats at the beginning of lactation. The experiment was conducted at the Universidade Federal de Viçosa, in the municipality of Viçosa, (MG). Fifty-one multiparous Pardo Alpina goats were used, housed in individual metabolic cages, receiving a balanced diet. Initially, three goats were slaughtered to estimate the initial body composition of the animals that remained in the experiment (baseline). The other 48 goats were distributed in a completely randomized design, and the treatments were eight subsequent weeks of lactation. Six goats were slaughtered per week to determine the amount of minerals in the animals' bodies through chemical analysis of body tissues. The variables were analyzed using nonlinear regressions in which,  $\alpha$  is the mineral content (Ca, P, Mg, K, Na) in gram (g) at the beginning of lactation;  $\beta$  is the constant rate of mineral mobilization (g);  $t$  is days of lactation. The NLMIXED procedure of SAS program (SAS OnDemand for Academics, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) was used. Statistical significance was stated at  $P < 0.05$ . There was a linear decrease in Ca ( $P = 0.008$ ), P ( $P = 0.002$ ) and Na ( $P = 0.003$ ) contents in the carcass, whereas the K ( $P < 0.001$ ) decrease was quadratic throughout the days of lactation. However, the Mg content in the carcass did not change ( $P > 0.05$ ). In the non-carcass components, the decrease in Ca ( $P < 0.001$ ); P ( $P < 0.001$ ); Mg ( $P = 0.010$ ) and K ( $P < 0.001$ ) contents were linear, but Na ( $P > 0.05$ ) was not affected as lactation progressed. When analyzing the mammary gland, only the P content ( $P = 0.016$ ) decreased with the days of lactation, but there was no change ( $P > 0.05$ ) for the other minerals. In the ECW (empty carcass weight) the minerals decreased linearly ( $P < 0.05$ ) with the advancement of the lactation days. In conclusion, in the first 56 days of lactation, dairy goats mobilize minerals from carcass and non-carcass components distinctly.

**Keywords:** macro minerals, *Capra aegagrus hircus*, lactation, nutrition.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Teor de minerais no peso corporal vazio de cabras leiteiras nos primeiros 56 dias de lactação.....	30
---	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Composição corporal de cabritas Saanen abatidas aos 30, 38 e 45 kg de peso corporal.....	19
<b>Tabela 2.</b>	Composição Mineral no Corpo Vazio.....	20
<b>Tabela 3.</b>	Ingredientes da dieta fornecida durante a lactação.....	24
<b>Tabela 4.</b>	Composição química dos alimentos fornecidos durante o período de lactação (g/kg MS).....	24
<b>Tabela 5.</b>	Parâmetros de predição para o consumo, produção e composição de minerais no leite de cabras leiteiras nos primeiros 56 dias de lactação.....	28
<b>Tabela 6.</b>	Ingestão de matéria seca e minerais e produção e composição de minerais no leite de cabras leiteiras nos primeiros 56 dias de lactação.....	29
<b>Tabela 7.</b>	Parâmetros para predição o conteúdo de minerais no peso corporal vazio, carcaça, não-carcaça e glândula mamária por cabras leiteiras desde o parto até 56 dias de lactação.....	31
<b>Tabela 8.</b>	Teor de minerais no peso corporal vazio, carcaça, não-carcaça e glândula mamária por cabras leiteiras desde o parto até 56 dias de lactação.....	31
<b>Tabela 9.</b>	Parâmetros de predição das necessidades diárias de minerais de cabras leiteiras durante os primeiros 56 dias de lactação.....	33
<b>Tabela 10.</b>	Exigências minerais diárias de caprinos durante os primeiros 56 dias de lactação.....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NRC	Conselho Nacional de Pesquisa em Nutrição de Ruminantes
Ca	Cálcio
Zn	Zinco
P	Fósforo
Se	Selênio
DXA	Absorimetria de Raio X de Dupla Energia
Kg	Quilograma
Mcal/PCV	Mega caloria para Peso do Corpo Vazio
PC	Peso Corporal
Mg	Magnésio
Na	Sódio
K	Potássio
g/kg	grama por quilo
mg/kg	miligrama por quilo
NA	Aberdeen Angus cruzado com Nelore
CN	Canchin cruzado com Nelore
NE	Nelore
SE	Simental cruzado com Nelore
n	Número
F <sub>1</sub> Hol	Filhos de cruzamento Holandês com outra raça
CNC	Componentes Não Carcaça
EPM	Erro Padrão da Média
P<0,5	Significância de P menor que 0,5
DP	Desvio Padrão
MJ/kg	Megajoule para quilo
E	Exigência
CMS	Consumo de Matéria Seca
PV	Peso Vivo
PL	Produção de Leite
TGI	Tratogastrointestinal
S	Enxofre

Fe	Ferro
Cu	Cobre
Mo	Molibdênio
Mn	Manganês
Co	Cobalto
MG	Minas Gerais
Cwa	Clima subtropical de inverno seco e verão quente e chuvoso
FDN	Fibra Insolúvel em Detergente Neutro
FDA	Fibra Insolúvel em Detergente Ácido
PBIDN	Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Neutro
PBIDA	Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Ácido
CNF	Carboidrato Não Fibroso
MS	Matéria Seca
AOAC	Associação de Químicos Analíticos Oficiais
Eq	Equação
DMT	Consumo de Matéria Seca
BW	Peso Corporal
NM <sub>t</sub>	Exigência Líquida Total
NM <sub>m</sub>	Exigência Líquida Manutença
NM <sub>l</sub>	Exigência Líquida de Lactação
μ	Mi
α	Alfa
e	Erro
g	Gramas
SE	Erro Padrão
β <sub>1</sub>	Beta 1 é a taxa constantes de mobilização mineral (g/dia)
β <sub>2</sub>	Beta 2 é a taxa constantes de mobilização mineral (g/dia)
L	Modelo Linear
Q	Modelo Quadrático
SEM	Erro Padrão da Média
BEN	Balanço Energético Negativo
ECC	Escore de Condição Corporal
%	Porcentagem

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	15
<b>2. OBJETIVOS</b>	16
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	16
3.1. Função dos minerais	16
3.2. Composição corporal	18
3.3. Exigência de minerais para caprinos: Manutenção e lactação	21
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	23
4.1. Manejo dos animais, composição química e produção de leite	23
4.2. Análises química dos minerais	25
4.3. Abates dos animais	25
4.4. Cálculos de dados	27
4.5. Análises estatísticas	27
<b>5. RESULTADOS</b>	28
<b>6. DISCUSSÕES</b>	34
<b>7. CONCLUSÃO</b>	38
<b>8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	39

## 1. INTRODUÇÃO

A caprinocultura no Brasil concentra-se na região nordeste, com 94,5% dos animais (Scot Consultoria, 2021). O seguimento apresenta uma importância social considerável, uma vez que contribui com a renda de famílias em condições sociais mais desfavorecidas, sendo fonte de alimento e renda (carne, couro, leite e derivados) (RESENDE et al., 2005). Entretanto, os efeitos da pandemia da Covid-19 também se aplicam à caprinocultura, com a redução de mercados consumidores (bares, restaurantes, turismo, hotéis, feiras comerciais e exposições) devido à paralisação de estabelecimentos, o que gerou impactos sobre a operação de frigoríficos, abatedouros e laticínios.

A criação de caprinos visa cada vez mais o aumento da eficiência e dos índices de produtividade, visando o aumento da lucratividade do sistema. Para obter a melhoria da eficiência produtiva é preciso buscar formas de aproveitar todo o potencial produtivo dos animais, fornecendo dietas balanceadas, de forma a atender adequadamente, sem desperdício de nutrientes, as exigências nutricionais de cada categoria animal. Desse modo, o conhecimento dessas exigências torna-se de fundamental importância para uma exploração racional (HERRERA et al., 2011).

Apesar de constituírem apenas 4% do peso corporal dos animais, os minerais exercem funções vitais no organismo, apresentando reflexos no desempenho animal. Deficiências de um ou mais elementos minerais podem resultar em desordens nutricionais sérias, levando o animal a desempenho produtivo e reprodutivo aquém de seu potencial (MIRANDA et al., 2006), de forma que a nutrição mineral é um item fundamental para garantir um desempenho animal adequado. Durante um longo tempo às exigências para caprinos foram baseadas nos valores estimados para bovinos e ovinos, que apesar da similaridade do trato digestório dessas espécies, há diferenças significativas entre elas, tais como: hábito alimentar, atividades físicas, requerimento de água, seletividade alimentar, composição do leite e corporal, desordens metabólicas e parasitas. Estas diferenças justificam o estudo isolado da espécie (NRC, 2007). As informações sobre exigências de macro minerais para caprinos contidas no NRC (2007) foram oriundas de uma revisão feita por Meschy (2000), sobre os avanços na avaliação das exigências de caprinos, com a intenção de propor recomendações mais adequadas para a espécie em questão. Entretanto, as recomendações apresentadas por esse autor são baseadas em ensaio de alimentação, desenvolvidos no decorrer de vários anos. Normalmente, essa



relações têm utilização limitada, pois à medida que os animais, alimentos e quaisquer outras condições são alterados, as relações passam a ser inválidas.

Em relação às exigências de proteína e energia gordura, as exigências de minerais para cabras em lactação por muito tempo foram negligenciadas e consideradas intermediárias entre bovinos e ovinos. Embora na década de 90, houvesse alguns avanços nas recomendações para espécie, os dados encontrados na literatura sobre exigência de minerais para cabras em lactação são escassos. Além disso, pouca ênfase foi dada para estimar as exigências nutricionais nos animais lactantes, ficando evidente a maior preocupação pela fase de crescimento (Resende et al., 2008; Goetsh, 2019).

Neste contexto, há necessidade de se concentrar esforços em pesquisas com animais em lactação para elaborar com segurança uma tabela de exigências nutricionais de caprinos e o desenvolvimento de modelos com base mecanicista que possam ser utilizados em sistemas de decisão para cálculo de dietas.

## **2. OBJETIVO**

Determinar a composição e estimar as exigências de macro minerais em cabras no início da lactação.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1. Função dos minerais**

Os minerais são elementos inorgânicos que fazem parte da composição corporal dos animais. Esses elementos não são metabolizados pelo organismo, sendo necessário sua suplementação nutricional. A quantidade de cada mineral irá determinar seu nível de necessidade, sendo classificados em macrominerais (aqueles requeridos em maior quantidade) e microminerais (necessários em menores quantidades), ao todo são quatorze minerais que fazem parte da constituição corporal, sendo cada um, ou um conjunto deles, em maior ou menor proporção, responsáveis por determinadas funções do organismo animal, garantindo desta forma sua homeostase (GUEDES et al, 2013; SILVA; MARTINS; BORGES, 2018).

Os elementos minerais, embora estejam presentes no corpo animal em menor proporção do que outros nutrientes como proteína e gordura, desempenham funções vitais no organismo e suas deficiências acarretam alterações nutricionais graves, levando o animal a apresentar

desempenho produtivo e reprodutivo aquém de seu potencial. Os minerais possuem basicamente quatro função no organismo animal (UNDERWOOD, 1981), sendo:

**Estrutural:** minerais que estão presentes na composição estrutural dos órgãos e tecidos corporais, como: cálcio, fósforo, magnésio, flúor e silício nos ossos e dentes, e fósforo e enxofre nas proteínas musculares. Cerca de 99% do cálcio, 80% do fósforo e 70% do magnésio corporal estão presentes no esqueleto, a deficiência desses minerais podem causar prejuízos graves ao desenvolvimento animal, e em casos de necessidade o organismo pode metabolizar esses minerais de forma rápida, como por exemplo o Ca durante o parto (AFRC, 1993; COELHO, 1995; NRC, 2001);

**Fisiológicas:** são os minerais que compõe os tecidos e fluidos corporais responsáveis pela manutenção da pressão osmótica, equilíbrio ácido-base, permeabilidade de membrana e irritabilidade do tecido, como: sódio, potássio, cloro, cálcio e magnésio no sangue, fluido cerebrospinal e suco gástrico;

**Catalíticas:** catalizadores de sistemas enzimáticos e hormonais fazendo parte específica da estrutura da metaloenzima, também atuando como ativadores menos específicos, sendo os microminerais mais envolvidos nesses sistemas.

**Reguladores:** os minerais atuam como reguladores, na replicação e diferenciação das células, como o cálcio (Ca), e o zinco (Zn), que está envolvido na transdução e transcrição celular e o iodo (I) está relacionado a regulação metabólica presente na composição da tiroxina, entre outros minerais envolvidos (GUEDES et al, 2013).

A deficiência nutricional ou excesso dos minerais no organismo dos animais pode causar sérios prejuízos ao crescimento, produção e reprodução, podendo em casos mais graves levar ao óbito. Em virtude da composição dos solos brasileiros, serem deficientes em um ou mais minerais, fator que impossibilita aos caprinos adquirirem as quantidades suficientes de minerais para garantir a homeostase, torna-se necessária a suplementação. Caso essa suplementação seja insuficiente ou ausente o animal começará a apresentar alterações clínicas compatíveis com a deficiência de cada mineral, no entanto a deficiência mineral na maioria das vezes se apresenta de forma sutil clinicamente, tendo como efeito principal a queda na produtividade (LIMA, 2018). Nesse caso ocorre uma dificuldade na identificação da deficiência à primeira vista, no entanto o prejuízo pode ser maior, uma vez que a falha nutricional é subdiagnosticada, retardando o tratamento adequado, porém caso seja feita a suplementação correta com os macros e microminerais o produtor terá chances reduzidas ou

nulas com esses problemas, uma vez que os minerais estão diretamente relacionados com o crescimento e a produção animal (SILVA; MARTINS; BORGES, 2018).

A suplementação inadequada de Ca, por exemplo, na fase inicial do desenvolvimento dos caprinos, poderá resultar em retardo no crescimento (raquitismo) e conseqüentemente afetará sua vida produtiva, a deficiência mineral mais relevante na caprinocultura é a deficiência de fósforo (P), em virtude dos solos brasileiros serem carentes deste mineral, o P está diretamente relacionado com a reprodução, juntamente com o selênio (Se); quantidades insuficientes desses minerais acarretam muitos prejuízos à cadeia produtiva, pois há redução na taxa de concepção e baixa fertilidade (BARBOSA et al, 2018; RIOS, 2018). A deficiência dos minerais ocasiona também inibição do crescimento, perda de peso, menor produção de leite e carne e em níveis mais severos levam a patologias características da falta de cada elemento (LIMA et al, 2017).

### **3.2. Composição corporal**

A determinação da composição corporal é importante para se conhecer e estimar as exigências nutricionais do animal, possibilitando o balanceamento adequado de dietas conforme a categoria animal e manejo pretendido, favorecendo ao animal expressar o máximo de seu potencial de produção. Existe os métodos diretos e indiretos para determinar a composição corporal (RIBEIRO, 2019). Os métodos indiretos, sobretudo os realizados em animais vivos, são menos precisos, necessitando de um conhecimento fisiológico maior dos animais (GOMES, 2011). Dentre os métodos diretos, o abate pode-se destacar pela quantificação direta por meio da análise química de todas as partes do corpo do animal, sendo esse considerado o método mais seguro e confiável. Além disso, Hankins e Howe (1946) propôs um método de análise utilizando a composição da 9ª a 11ª costela para estimar a composição física e química do corpo. Os métodos indiretos para estimar a composição corporal em animais vivos podem ser obtidos através de absorptometria de raios-X de dupla energia (DXA), exame ultrassonográfico e condutividade elétrica do corpo (GOMES, 2011; RIBEIRO, 2019; SOUZA et al., 2019).

A composição corporal é classificada em dois conceitos, a) a composição corporal química que reflete a quantidade de água, proteína, gordura e minerais e b) a composição física, referindo-se porção óssea, muscular, tegumentar, visceral e gordura (FIGUEIREDO, 2011). Essa composição corporal nos caprinos pode variar muito, principalmente em relação à idade do animal, raça, sexo, condição corporal e ser influenciada também por fatores

nutricionais, vale salientar que os valores da composição do organismo são referentes à carcaça vazia, desconsiderando o conteúdo gastrointestinal, biliar e urina.

Resende (1989) demonstrou que caprinos jovens com peso de 5 kg tem a seguinte constituição corporal: 71,5% de água, 17,8% de proteína, 5,1% de gordura, 1,5% Mcal/PCV, já animais jovens com 25 kg de PC obtiveram 64,5% de água; 20,7% de proteína; 9,1% de gordura e 2,0 Mcal/PCV de energia. Valores similares foram obtidos por Alves et al. (2008) em caprinos machos da raça Moxotó com peso de 15 a 25 kg, onde apresentaram, 64,9% de água, 10,58% de gordura, 20,47% de proteína e 4,27% de cinzas.

Com dados obtidos por Figueiredo (2011) pôde-se avaliar a variação da composição corporal de cabritas Saanen com peso de 35, 38 e 45 kg conforme a TABELA 1, que nesse caso, os animais com PC menor tiveram uma maior porcentagem de água e cinzas em sua composição corpórea, a constituição proteica teve uma pequena oscilação, sendo maior nos animais com peso de 35 e 38 kg, respectivamente. O contrário foi observado para gordura e energia, sendo que menores valores foram obtidos nos animais mais leves.

Tabela 1. Composição corporal de cabritas Saanen abatidas aos 30, 38 e 45 kg de peso corporal.

Composição corporal	Peso ao abate, Kg		
	30	38	45
Água (% PCV)	60,12+- 2,12	55,40 +- 2,05	51,34 +- 1,63
Cinzas (%PCV)	4,44 +- 1,27	3,74 +- 0,48	3,24 +- 0,71
Proteína (%PCV)	15,99 +- 0,74	15,05 +- 0,42	15,03 +- 0,89
Gordura (%PCV)	19,47 +- 2,69	24,98 +- 2,35	30,00 +- 2,09
Energia (Mcal/kg PCV)	2,72 +- 0,21	3,19 +- 0,20	3,66 +- 0,16

Fonte: Adaptado de Figueiredo (2011)

Os valores das cinzas são referentes aos teores de macro e microminerais que estão presentes no corpo das cabras e cumprem funções primordiais para a homeostase fisiológica do organismo, a maior parte dos minerais como Ca, P, Mg está presente nos ossos, cerca de 80 a 85%, no entanto minerais como Na e K se encontram majoritariamente nos fluídos corporais e tecidos moles como eletrólitos. Maior Junior (2012) desenvolveu uma pesquisa com cabras Moxotó gestantes para determinar a concentração em gramas dos principais minerais presentes no organismo dos caprinos, o estudo se baseou no abate e análise dos

corpos das cabras em diferentes estágios gestacionais, número de fetos e variações nas restrições alimentares.

Segundo a pesquisa os valores em gramas dos minerais no corpo vazio não sofreram alterações significativas em relação ao número de fetos, idade gestacionais e nível de restrição alimentar, apenas o Potássio (K) sofreu interferência em relação ao período gestacional, apresentando a maior média aos 50 dias de gestação e em seguida decaindo seus valores até a última análise aos 140 dias de prenhes. Na Tabela 2 são apresentados os valores em gramas dos minerais de cabras Moxotó adultas pluríparas e vazias que foram usadas como referência no estudo (MAIOR JUNIOR, 2012).

Tabela 2: Composição Mineral no Corpo Vazio

Total no Corpo Vazio	Animais Referência
Matéria mineral (g/kg PCV)	32,92
Cálcio (g/kg PCV)	3,83
Fósforo (g/kg PCV)	1, 14
Magnésio (g/kg PCV)	0,38
Sódio (g/kg PVC)	0,86
Potássio (g/kg PCV)	1,26
Ferro (mg/kg PCV)	76,43
Cobre (mg/kg PCV)	12,31
Zinco (mg/kg PCV)	36,09

Fonte: Adaptado de Maior Junior (2012).

Cabras leiteiras apresentam constantes alterações na composição corporal principalmente no início da lactação e no período seco, refletindo, primariamente, a mobilização ou reposição de tecidos corporais quando as dietas contêm energia insuficiente ou em excesso para o atendimento das exigências nutricionais (KOMARAGIRI et al., 1998). Cowan et al. (1981) observaram que as ovelhas mobilizam uma grande quantidade não somente de gordura, mas também de proteínas entre 6-52 dias de lactação, fase que compreende o balanço energético negativo.

Moe et al. (1971) relataram que a intensa seleção para produção de leite resultou em uma situação em que a capacidade genética para lactação, em seu pico excede a capacidade de ingestão de alimentos suficientes para satisfazer as necessidades de energia e proteína. Isto porque a lactação é prioridade para a fêmea, apesar da ingestão insuficiente de energia e

proteína alimentar. Assim, a cabra utiliza suas reservas corporais para suprir a falta destes nutrientes na dieta.

### **3.3 Exigência de minerais para caprinos: Manutenção e lactação**

As cabras necessitam de quantidades diárias de proteína, energia, minerais e água, essas necessidades são denominadas exigência nutricional, ou seja, quantidades de nutrientes específicos para manterem suas atividades fisiológicas em homeostase e para produção ou ganho, seja ele, manutenção, crescimento, ganho de peso, lactação, gestação ou trabalho. O método mais empregado para determinar a exigência nutricional para cada elemento é o método fatorial, quando a necessidade do animal é somada com a necessidade de cada função:  $E_{total} = E_{manutenção} + E_{ganho} + E_{gestação} + E_{lactação} + E_{trabalho}$  (SILVA; RODRIGUES, [-21]).

Os animais obtêm os nutrientes para sua demanda por meio dos alimentos (forragens, grãos, misturas minerais), a quantidade e disponibilidade de cada nutriente pode variar conforme a qualidade do alimento fornecido, e no caso das forragens essa variação é muito grande por diversos fatores. O consumo de matéria seca (CMS) varia de acordo com a raça, idade, sexo, manejo, estado fisiológico do animal. Em geral o CMS varia entre: Manutenção 3% de PV; Cabras gestantes 2,2 a 2,8% de PV; Cabras em lactação 3 a 5% de PV. Para estimar o CMS em caprinos adultos em manutenção pode-se utilizar a seguinte equação (BOMFIM; BARROS, 2005; SILVA, 2021):

$$CMS \text{ (kg/animal/dia)} = 0,522 + 0,0135 \times PV.$$

No caso de cabras lactantes a equação utilizada é:

$$CMS \text{ (kg/animal/dia)} = 0,062 \times PV^{0,75} + 0,305 \times PL$$

O fornecimento de alimentos para animais depende da simultaneidade em suprir as exigências nutricionais para determinada produção conjuntamente com a otimização do lucro obtido em função desta produção. Isto requer informações específicas sobre a exigência nutricional para cada função produtiva, sobre a ingestão dos alimentos e a contribuição de cada um para atingir esta exigência.

Algumas características morfológicas respondem por grande variação nos requerimentos nutricionais como, por exemplo, a atividade visceral e o tamanho.

Fisiologicamente, também se observam diferenças na atividade metabólica dos tecidos que compõem o corpo do animal. Embora o fígado e o trato gastrointestinal (TGI) representem apenas 8 a 14% do peso do animal, a energia consumida por esses tecidos representa cerca da metade dos requerimentos de energia para manutenção (SEAL & REYNOLDS, 1993), isso porque possuem alta atividade metabólica em função da alta taxa de turnover proteico e transporte iônico ativo.

A demanda dos diferentes órgãos é quem define a partição dos nutrientes, seja para síntese ou para catabolismo (REYNOLDS, 2002). Sendo assim, tecidos com alta taxa metabólica têm prioridade no suprimento. Para cabras em lactação, o tecido do úbere (glândulas mamárias) seria um destes tecidos com prioridade de alocação de nutrientes. O suprimento de nutrientes para esses tecidos seria determinado pelo fluxo sanguíneo e pela concentração de nutrientes, e a utilização de aminoácidos estaria relacionada à capacidade de síntese de proteína no tecido mamário (METCALF et al., 1996), servindo também como fonte energética para a glândula mamária (SVENNERSTEN-SJAUNJA & OLSSON, 2005).

As exigências totais de cada macroelemento mineral correspondem à soma das exigências para manutenção e produção (MESCHY, 2000). Dividindo-se a exigência líquida pelo coeficiente de absorção do elemento inorgânico no trato digestivo do animal, chega-se à exigência dietética desse elemento mineral. Em que, segundo o mesmo autor, o coeficiente de absorção real do fósforo é maior nas cabras do que em outros ruminantes, sendo adotado o valor de 70% para cálculo. O coeficiente de absorção do cálcio é notadamente reduzido na presença de altos níveis de cálcio na dieta, sendo o valor de 30% adequado somente quando o cálcio na dieta não está em excesso.

As exigências de minerais são afetadas pela raça ou grupo genético do animal, aspectos da dieta, taxa de produção e pelo ambiente de criação (UNDERWOOD, 1981). Fatores inerentes aos alimentos ou às dietas, como as frações orgânicas ou inorgânicas do mineral em certo alimento, a disponibilidade e a forma química desse elemento nos ingredientes da dieta, e ao animal, como nível de produção e nutrição prévia, juntamente com aspectos relacionados às inter-relações (antagonismos e agonismos) entre os minerais também influenciam os requerimentos de minerais (MESCHY, 2000).

Por serem menos estudados em relação a proteína e gordura, as exigências de minerais de caprinos por muito tempo foram consideradas intermediárias entre bovinos e ovinos, embora na década de 90 houve avanços nas recomendações para esta espécie. Entretanto, os dados encontrados na literatura sobre exigência de caprinos são escassos e contraditórios.

Além disso, pouca ênfase foi dada para estimar exigências de cabras em lactação ficando evidente a maior preocupação pela fase de crescimento. As cabras necessitam de porções diárias de minerais, uma vez que os mesmos estão envolvidos em uma série de reações enzimáticas, transporte e presentes na composição de órgãos, tecidos e fluidos corporais

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética para uso animal na Universidade Federal de Viçosa (Viçosa, MG, Brasil), sob protocolo de nº 061/2013. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. O clima predominante é o tropical de altitude do tipo Cwa (inverno seco e verão chuvoso), pela classificação de Köppen. A instalação experimental está localizada a 20°46'19'' latitude S e 42°51'12'' longitude W com altitude de 707 m. Possui temperatura média anual é de 18,5°C, sendo a média das mínimas de 8,2°C e a média das máximas de 28,5°C. O índice pluviométrico médio anual da região é de 1.203mm com umidade relativa média do ar de 80%.

##### **4.1. Manejo dos animais, composição química e produção de leite**

Foram utilizadas 51 cabras Pardas Alpinas (*Oberhasli*) multíparas com massa corporal inicial de 57,19 kg (desvio padrão = 8,38 kg) e escore de condição corporal de 3,0 (desvio padrão = 0,5) em gaiolas metabólicas individuais com cochos para alimentação e água *ad libitum*. As cabras foram selecionadas de forma à proporcionar maior homogeneidade entre as unidades experimentais, sendo necessário considerar os animais de mesma idade, raça, número de partos e que apresentaram escore corporal semelhante no momento do parto. Para isto foi necessária uma seleção a partir de um lote inicial composto de 250 cabras que foram inseminadas simultaneamente para que todas as variáveis sugeridas pudessem ser contempladas. Três cabras foram abatidas ao início do experimento para servir como animais de linha de base para estimar a composição corporal inicial. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em que a variável independente foram os dias em lactação (7°, 14°, 21°, 28°, 35°, 42°, 49° e 56° dias). Seis cabras foram abatidas por semana. Todos os animais receberam uma única dieta experimental formulada para início de lactação (peso corporal de 50 kg e produção de leite = 0,88 a 1,61 kg/dia) de acordo com as recomendações do NRC (2007) (Tabela 3 e 4).



A dieta foi fornecida duas vezes ao dia (07h00min e 16h00min) logo após a ordenha, e ajustada diariamente para permitir aproximadamente 20% de sobras. Antes da oferta matinal, foram coletadas as sobras de cada unidade experimental, que depois de pesadas, registradas e amostradas, foram armazenadas sob congelamento (-10°C) juntamente com amostras da silagem de milho e do concentrado, formando-se posteriormente uma amostra composta semanal por animal, que ao final do período experimental formou-se uma amostra composta total por animal/tratamento, para determinar a composição química do alimento, conforme AOAC (1991). Foram registrados os dados de consumo alimentar e produção de leite até a data do abate das cabras. Os animais foram pesados a cada sete dias, para acompanhamento da variação da massa corporal, indicativo de mobilização ou retenção de reservas corporais.

Tabela 3 Ingredientes da dieta fornecida durante a lactação

Ingredientes	MS dieta g/kg
Silagem de milho	415
Milho moído	257.5
Farelo de soja	156.1
Farelo de trigo	123.7
Óleo	21.8
Calcário calcítico	11.5
Bicarbonato de sódio	10.1
Sal	4.3

Tabela 4. Composição química dos alimentos e dieta experimental fornecidos durante o período de lactação (g/kg MS)

Nutrientes	Silagem de milho	Concentrado	Dieta
Matéria seca (g/kg de alimento)	263.3	867.5	617
Proteína bruta	78.4	184.1	140
FDN	431.5	181.6	285
FDA	279.4	45.2	142
Lignina	36.1	4.8	18
PBIDN (g/kg PC)	29.4	99.8	71
PBIDA (g/kg PC)	28.5	97.3	69
Gordura Bruta	37.6	74.6	59
Cinzas	50.6	63.6	58
CNF	401.9	496.1	457
Cálcio	2.8	8.1	4.9

Fósforo	6.8	15.4	10.2
Magnésio	4.3	9.0	6.2
Potássio	22	15.4	19.4
Sódio	1.2	16.5	7.3

MS = Matéria Seca; FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em Detergente Ácido; PBIDN = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Neutro; PBIDA = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Ácido; CNF = Carboidratos Não Fibrosos.

\*Ingredientes da dieta durante o período de lactação: Silagem de milho - 415 g/kg; Milho moído - 257,5 g/kg; Farelo de soja - 156,1 g/kg; Farelo de trigo - 123,7 g/kg; Óleo de Soja - 21,8 g/kg; Cal calcítico - 11,5 g/kg; Bicarbonato de sódio - 10,1 g/kg; Sal - 4,3 g/kg.

As cabras foram ordenhadas duas vezes ao dia (06h30min e 15h30min). As pesagens realizadas diariamente, as amostragens do leite foram coletadas semanalmente de cada animal pela manhã e à tarde. O leite será armazenado com 2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol e enviado para o laboratório de Nutrição Animal – LAN/UFV (Viçosa, MG). A composição do leite (gordura, proteína e lactose) foi determinada utilizando um analisador infravermelho (Minor Milko Scan<sup>TM</sup>; 255<sup>a</sup>/B-Foss Electric, hillerod, Dinamarca),

#### 4.2. Análises química

As amostras de silagem de milho, concentrado e sobras do período do ensaio foram pré-secadas a  $\pm 55$  °C em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, processadas em moinho tipo Willey com peneiras de malha de 1 mm e acondicionadas individualmente em frascos de vidro hermeticamente fechados, à temperatura ambiente.

A composta de cada material (silagem de milho, concentrado e sobras) foi utilizada para determinação dos teores de matéria seca ([MS], AOAC 967.03; AOAC, 1990). A análise dos minerais foi realizada por meio da digestão em ácido nitroperclórico (Método 935.13; AOAC, 2000), obtendo-se, desta forma, a solução mineral, a partir da qual foram realizadas diluições para quantificação dos minerais. O cálcio e magnésio foram determinados adicionando-se cloreto de estrôncio e leituras por meio do espectrofotômetro óptico (MP-AES – Agilent Technologies Inc., modelo 4100) (Método 968.08; AOAC, 2000). Para o sódio e potássio, as concentrações foram determinadas por espectrometria de emissão atômica (FAAS– VARIAN, modelo AA240) (Método 985.35, AOAC, 2000). Já o fósforo foi determinado por análise calorimétrica (Método 965.17, AOAC, 2000).

#### 4.3. Abate

Foram realizados abates sequenciais de seis cabras por semana de lactação para determinação da quantidade de minerais presentes no corpo dos animais mediante a análise

química dos tecidos corporais. Um grupo de três cabras foi abatido logo após o parto para determinação da quantidade de minerais no corpo dos animais (linha de base), os demais abates foram realizados com o decorrer dos dias de lactação (a cada 7 dias [7º dia aos 56º dias de lactação]) todas as cabras foram ordenhadas antes do abate, e abatidas sem jejum.

As cabras foram abatidas por meio de técnicas de abate humanitário, sendo atordoadas com um parafuso cativo (Blitz-Kerner, calibre 9x17mm), foram suspensas pelos membros posteriores, e posteriormente realizada a sangria, seccionando as artérias jugulares e carótidas. Subsequente a essa etapa, foi realizada a esfolagem e a separação da carcaça quente em 2 meias carcaças e separação dos órgãos internos e vísceras (fígado com a vesícula biliar, rins, coração, pâncreas, baço, língua, pulmão, diafragma, esôfago, traqueia, útero e bexiga foram pesadas vazias) e a gordura interna (omental e visceral). O trato gastrointestinal (rúmen-retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e intestino grosso, foram pesados vazios), cabeça, patas e a pele foram pesados. A glândula mamária foi removida e pesada separadamente. O sangue foi coletado imediatamente após o abate e pesado, uma amostra foi acondicionada em recipiente para posteriores análises. O peso de corpo vazio (PCV) foi determinado pela diferença do peso corporal ao abate e o conteúdo do TGI, somado ao da bexiga e da vesícula biliar, que foram acondicionados em sacos de plásticos rotulados e congelados a -15°C.

O peso do corpo vazio (PCV) foi determinado como a diferença entre o peso corporal no abate e o conteúdo do trato gastrointestinal, urina e bÍlis. A carcaça, membros, cabeça, vísceras, órgãos, sangue e glândula mamária foram moídas separadamente em um equipamento tipo Cutter (30 HP, 1775 rpm). Foi utilizado um moinho de bolas para moer a pele. As amostras foram compostas de quatro partes: a) vísceras, órgãos, sangue e gordura interna; b) carcaça; c) cabeça e patas; d) glândula mamária; e) pele. Posteriormente a esse processo uma amostra de 100 g foi liofilizada durante 48 a 72 hora para determinar a matéria seca e os teores de minerais conforme metodologia descrita no AOAC (1991; 2000)

Uma amostra composta dos componentes não carcaça foi construída, onde sangue, cabeça, membros, couro, órgãos e vísceras foram amostrados com base nas proporções relativas de cada componente após calcular a soma de todos os componentes. A glândula mamária foi processada e analisada separadamente. As amostras da carcaça, não carcaça e glândula mamária foram liofilizadas e processados em moinho de bolas para determinação da matéria seca e teores de minerais conforme metodologias descritas anteriormente.

#### 4.4. Cálculos dos dados

##### 4.4.1. Manutenção e requerimento

A exigência de manutenção foi estimada conforme as equações descritas no NRC (2007):

$$\text{Cálcio, g/d} = (0.228 + 0.623 \times \text{DMI})/0.40 \quad \text{Eq.1}$$

$$\text{Fósforo, g/d} = (0.081 + 0.88 \times \text{DMI})/0.65 \quad \text{Eq.2}$$

$$\text{Magnésio, g/d} = (0.0035 \times \text{BW})/0.20 \quad \text{Eq.3}$$

$$\text{Potássio, g/d} = (2,6 \times \text{DMI} + 0.05 \times \text{BW})/0.09 \quad \text{Eq.4}$$

$$\text{Sódio, g/d} = (0.015 \times \text{BW})/0.80 \quad \text{Eq.5}$$

Em que, DMI representa o consumo de matéria seca e o BW representa o peso corporal. Para a estimativa da exigência de manutenção de minerais foram utilizados os seguintes coeficientes de absorção (CA): cálcio de 0.40, conforme sugerido por Meschy (2000) e pelo NRC (2007); fósforo de 0.65 (Kessler, 1991; NRC, 2007); magnésio de 0.20 (Kessler, 1991; NRC, 2007); potássio de 0.90 (NRC, 2007) e sódio de 0.80 (NRC, 2007).

As exigências de minerais para a lactação foram determinadas diretamente no leite. A exigência dietética total de cada mineral foi estimada pelo método fatorial, conforme descrito pelo ARC (1980):

$$NM_t = NM_m + NM_L \quad \text{Eq.9}$$

Em que,  $NM_t$  representa a exigência líquida total;  $NM_m$  representa a exigência líquida de manutenção;  $NM_L$  representa a exigência líquida de lactação.

#### 4.5. Análises estatísticas

As variáveis foram analisadas de acordo com o modelo estatístico:  $y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$ . Em que  $y_{ij}$  representa o valor medido no j-ésimo animal no i-ésimo dia de lactação;  $\mu$  representa a média geral;  $\alpha_i$  corresponde ao i-ésimo dia de lactação ( $i = 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56$ ); e  $e_{ij}$  representa o erro aleatório. Seis cabras ( $j = 1, 2, \dots, 6$ ) foram abatidas a cada

sete dias. As unidades experimentais foram completamente independentes para cada dia de lactação ( $i = 0, 7, \dots, 56$ ).

As variáveis foram analisadas por meio de regressões não lineares  $y = \alpha \times e^{\beta t}$  em que,  $\alpha$  representa o conteúdo do mineral (Ca, P, Mg, K, Na) em grama (g) no início da lactação;  $\beta$  representa a taxa constante de mobilização do mineral (g); t representa os dias de lactação. Foi utilizado o procedimento NLMIXED do SAS (SAS OnDemand for Academics, SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA). A significância estatística foi declarada em  $P < 0.05$ .

## 5. RESULTADOS

A ingestão de MS teve comportamento curvilíneo ( $P=0.051$ ) ao longo dos dias de lactação (Tabelas 5 e 6). O consumo dos minerais Ca, P, K e Na apresentou crescimento quadrático ( $P < 0,05$ ), já o consumo de Mg não foi alterado ( $P=0.865$ ) com o avanço da lactação (Tabelas 5 e 6). A produção de leite apresentou comportamento quadrático ( $P = 0,025$ ) atingindo seu pico de produção por volta de 28 dias após o parto. A concentração de macrominerais no leite apresentou redução linear ( $P < 0.001$ ) nos primeiros 56 dias de lactação (Tabela 5 e 6).

Tabela 5 - Parâmetros de predição para o consumo, produção de leite e composição de minerais no leite de cabras leiteiras nos primeiros 56 dias de lactação.

Variáveis	Equações						P-valores	
	$\alpha$	SE	$\beta 1$	SE	$\beta 2$	SE	L	Q
Consumo								
MS	0.67	0.029	0.038	0.016	-0.0005	0.0002	0.172	0.051
Ca	0.38	0.043	0.036	0.021	-0.0004	0.0003	0.167	0.023
P	0.69	0.291	0.044	0.016	-0.0005	0.0002	0.125	0.016
Mg							0.307	0.865
K	1.21	0.223	0.039	0.013	-0.0005	0.0002	0.078	0.043
Na	0.68	0.385	0.033	0.019	-0.0004	0.0002	0.176	0.019
Leite								
Produção	1.48	1.39	0.025	0.016	-0.0003	0.0002	0.805	0.025
Ca	5.45	1.266	-0.074	0.016	0.0006	0.0002	<0.001	0.025
P	1.02	0.971	-0.069	0.008	0.0006	0.0001	<0.001	<0.001
Mg	0.41	0.078	-0.023	0.002			<0.001	0.245
K	0.43	0.123	-0.022	0.003			<0.001	0.789
Na	0.26	0.172	-0.035	0.004			<0.001	0.26

MS = Matéria Seca; Ca = Cálcio; P = Fósforo; Mg = Magnésio; K = Potássio; Na = Sódio; tudo expresso em g/kg, exceto MS expresso em consumo. SE = Erro padrão; L = Modelo linear, Q = Modelo quadrático.  $\alpha$  e  $\beta$  são os parâmetros exponenciais em  $y=\alpha \times e^{\beta t}$ ; onde  $\alpha$  é o conteúdo mineral (g) no início da lactação;  $\beta_1$  e  $\beta_2$  são as taxas constantes de mobilização mineral (g/dia); t é o dia da lactação.

Tabela 6 - Ingestão de matéria seca e minerais, produção de leite e composição de minerais no leite de cabras leiteiras nos primeiros 56 dias de lactação

Variáveis	Dais de Lactação								EPM
	7	14	21	28	35	42	49	56	
Consumo									
MS	0.82	1.30	1.34	1.58	1.45	1.37	1.62	1.57	0.053
Ca	0.51	0.72	0.75	0.90	0.79	0.74	0.93	0.87	0.031
P	0.89	1.48	1.53	1.81	1.68	1.58	1.88	1.82	0.061
Mg	0.98	1.05	1.02	1.16	1.09	1.05	1.22	1.18	0.027
K	1.52	2.37	2.46	2.94	2.67	2.53	3.02	2.87	0.090
Na	0.77	1.22	1.26	1.52	1.35	1.31	1.57	1.50	0.050
Leite									
Produção	2.04	2.23	2.27	2.69	2.53	2.76	2.71	2.73	0.113
Ca	4.39	2.24	1.34	1.04	0.80	0.79	0.65	0.52	0.125
P	0.69	0.42	0.29	0.20	0.19	0.17	0.12	0.11	0.020
Mg	0.92	0.29	0.27	0.20	0.19	0.14	0.14	0.11	0.022
K	0.73	0.23	0.27	0.24	0.20	0.14	0.15	0.13	0.019
Na	0.24	0.20	0.12	0.07	0.09	0.07	0.05	0.05	0.008

MS = Matéria seca; Ca = cálcio; P = fósforo; Mg = magnésio; K = potássio; Na = sódio; tudo expresso em g/kg, exceto MS expresso em consumo, kg/dia. EPM = Erro padrão da média.

Ao analisar os teores de macrominerais na carcaça, observou-se que houve redução linear nas concentrações de Ca (P = 0.008), P (P = 0.002) e Na (P = 0.003), no K o comportamento foi quadrático (P <0,001), já as concentrações de Mg não foram afetadas (P >0.05) com o avanço da lactação (Tabelas 7 e 8). Nos componentes não carcaça houve redução linear nas concentrações de Ca (P <0.001); P (P <0.001); Mg (P = 0.010); K (P <0.001) e Na (P <0.001) durante as primeiras oito semanas de lactação (Tabelas 7 e 8). Entretanto, na glândula mamária somente a concentração de P (P=0,016) apresentou comportamento quadrático com o avanço da lactação, já as concentrações de Ca, Mg, K e Na não foram alteradas (P>0.05) (Tabelas 7 e 8). Analisando-se em relação ao peso de corpo vazio, observou-se redução linear (P<0.05) para todos os minerais durante os primeiros 56 dias de lactação (Tabelas 7 e 8 e Figura 1). Observando a Figura 1 notou-se que a maior redução em termos proporcionais foi o K, e o Mg e que apresentou uma redução menos expressiva.

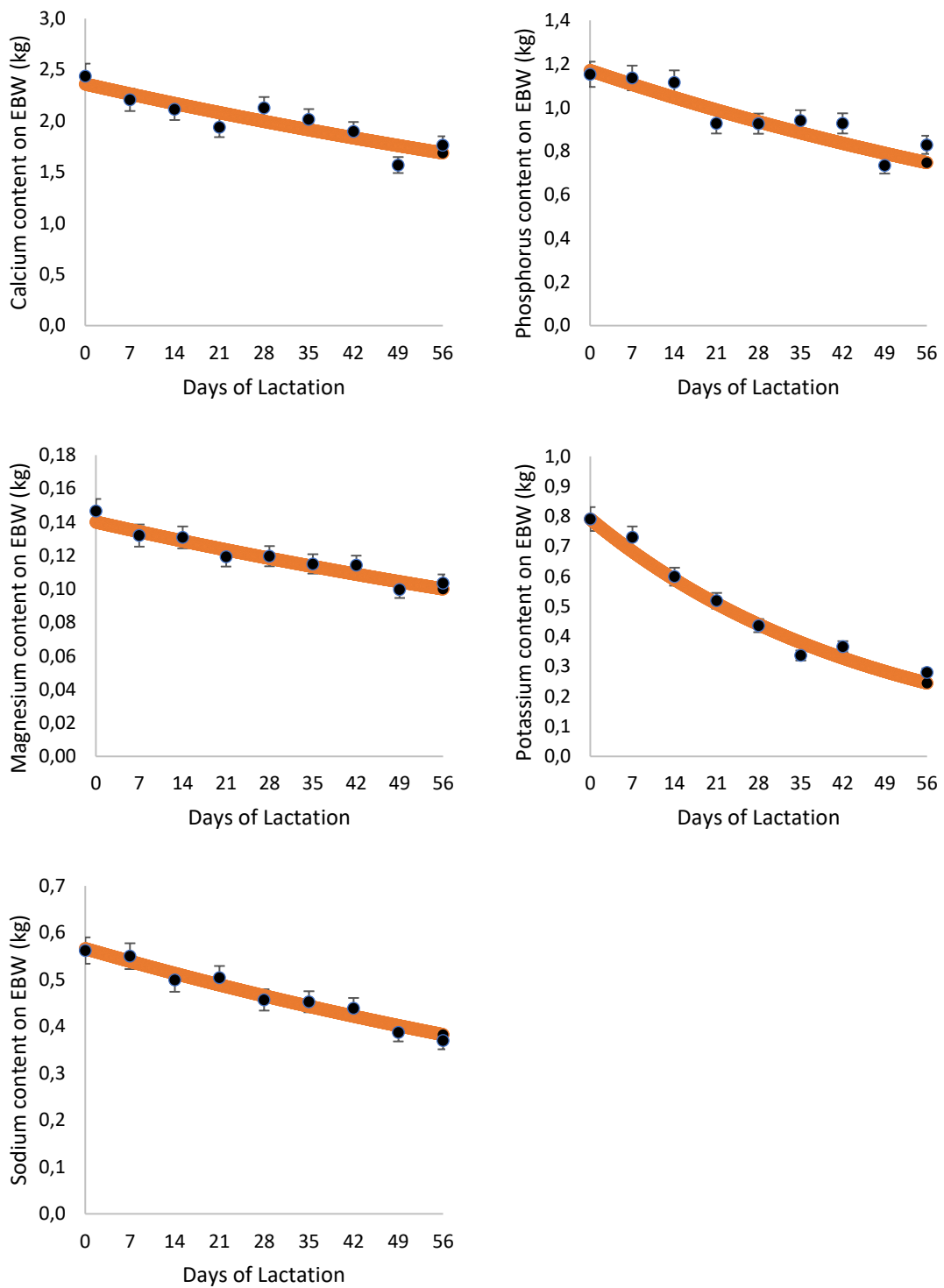


Figura 1 - Teor de minerais no peso corporal vazio de cabras leiteiras nos primeiros 56 dias de lactação.

Tabela 7 - Parâmetros para predição do conteúdo de minerais no peso corporal vazio, carcaça, não-carcaça e glândula mamária por cabras leiteiras desde o parto até 56 dias de lactação.

Variáveis	Equações						P-valores	
	$\alpha$	SE	$\beta_1$	SE	$\beta_2$	SE	L	Q
Carcaça								
Ca	1.95	1.07	-0.006	0.002			0.008	0.367
P	0.97	0.067	-0.008	0.005			0.002	0.899
Mg							0.307	0.699
K	0.64	0.088	-0.078	0.008	0.0008	0.0001	<0.001	<0.001
Na	0.26	0.022	-0.003	0.0009			0.003	0.102
Não carcaça								
Ca	0.10	0.108	-0.012	0.002			<0.001	0.220
P	0.04	0.006	-0.012	0.001			<0.001	0.283
Mg	0.01	0.010	-0.011	0.002			0.010	0.388
K	0.07	0.096	-0.017	0.002			<0.001	0.825
Na	0.07	0.071	-0.015	0.002			<0.001	0.939
Glândula Mamária								
Ca							0.118	0.956
P	0.02	0.016	-0.020	0.008	0.0003	0.0001	0.385	0.016
Mg							0.883	0.865
K							0.961	0.865
Na							0.724	0.903
Peso do Corpo Vazio								
Ca	2.36	1.061	-0.006	0.002			0.001	0.274
P	1.17	0.056	-0.008	0.001			0.002	0.876
Mg	0.14	0.055	-0.006	0.002			0.003	0.802
K	0.79	0.645	-0.021	0.002			<0.001	0.191
Na	0.57	0.044	-0.007	0.001			<0.001	0.708

Ca = Cálcio; P = Fósforo; Mg = Magnésio; K = Potássio; Na = Sódio; tudo expresso em g/kg. SE = Erro padrão; L = Modelo linear, Q = Modelo quadrático.

$\alpha$  e  $\beta$  são os parâmetros exponenciais em  $y = \alpha \times e^{\beta t}$ ; onde  $\alpha$  é o conteúdo mineral (g) no início da lactação;  $\beta_1$  e  $\beta_2$  são as taxas constantes de mobilização mineral (g/dia); t é o dia da lactação.

Tabela 8 - Teor de minerais no peso corporal vazio, carcaça, não-carcaça e glândula mamária por cabras leiteiras desde o parto até 56 dias de lactação.

Variáveis	Dias de Lactação									SEM
	0	7	14	21	28	35	42	49	56	
Carcaça										
Ca	2.059	1.784	1.716	1.447	1.801	1.663	1.583	1.188	1.456	0.043
P	0.959	0.934	0.924	0.708	0.771	0.827	0.799	0.570	0.680	0.022



Mg	0.110	0.092	0.117	0.102	0.103	0.103	0.099	0.077	0.102	0.004
K	0.439	0.386	0.358	0.352	0.206	0.103	0.099	0.077	0.102	0.020
Na	0.227	0.247	0.254	0.227	0.239	0.242	0.227	0.191	0.223	0.002
Não carcaça										
Ca	0.094	0.102	0.081	0.068	0.080	0.064	0.056	0.058	0.049	0.003
P	0.044	0.045	0.034	0.023	0.028	0.031	0.028	0.023	0.022	0.001
Mg	0.008	0.010	0.007	0.006	0.006	0.005	0.006	0.005	0.004	0.002
K	0.069	0.073	0.053	0.039	0.047	0.040	0.049	0.033	0.029	0.002
Na	0.072	0.067	0.054	0.041	0.047	0.044	0.050	0.034	0.031	0.0002
Glândula Mamária										
Ca	0.022	0.017	0.016	0.019	0.019	0.016	0.016	0.023	0.011	0.0012
P	0.022	0.018	0.020	0.017	0.015	0.022	0.016	0.024	0.019	0.0008
Mg	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.007	0.004	0.0008
K	0.042	0.039	0.042	0.048	0.038	0.046	0.041	0.042	0.041	0.0012
Na	0.035	0.030	0.031	0.030	0.032	0.036	0.023	0.034	0.032	0.0002
Peso do Corpo Vazio										
Ca	2.437	2.206	2.114	1.854	2.215	2.014	1.895	1.568	1.762	0.047
P	1.153	1.136	1.115	0.851	0.926	1.011	0.962	0.734	0.829	0.024
Mg	0.154	0.132	0.131	0.108	0.120	0.115	0.114	0.090	0.103	0.010
K	0.791	0.730	0.599	0.519	0.436	0.337	0.365	0.292	0.280	0.024
Na	0.562	0.550	0.499	0.417	0.457	0.453	0.463	0.369	0.370	0.003

Ca = Cálcio; P = Fósforo; Mg = Magnésio; K = Potássio; Na = Sódio; tudo expresso em g/kg, exceto MS expresso em consumo, kg/dia. SEM = Erro padrão da média.

Os resultados obtidos para as necessidades diárias de minerais para cabras em lactação, apontaram que não houve significância ( $P > 0.05$ ) para Ca, P, Mg, K e Na, demonstrando que o suprimento mineral para manutenção não tem relação com a lactação, e que o animal necessita de valores fixos para atender suas demandas fisiológicas (Tabela 9 e 10). Entretanto a exigência para a produção de cada litro de leite apresentou queda linear ( $P < 0.001$ ), para todos os macrominerais analisados ao longo das 8 semanas iniciais de lactação, tendo uma necessidade nutricional superior na primeira semana. Analisando-se a exigência total pode-se observar que houve comportamento quadrático ( $P < 0.05$ ) para Ca ( $P = 0.042$ ) e Mg ( $P = 0.032$ ), o Na apresentou decréscimo linear ( $P = 0.001$ ), já os macrominerais P ( $P = 0,341$ ) e K ( $P = 0.407$ ) não foram significativos ( $P > 0.05$ ) durante os 56 dias de lactação (Tabela 9 e 10).

Tabela 9 - Parâmetros de predição das necessidades diárias de minerais de cabras leiteiras durante os primeiros 56 dias de lactação

Variáveis	Equações						P-valores	
	$\alpha$	SE	$\beta_1$	SE	$\beta_2$	SE	L	Q
Manutenção g/d								
Ca							0.132	0.086
P							0.159	0.075
Mg	1.06	1.055	-0.003	0.001			0.021	0.100
K							0.265	0.222
Na	1.14	1.054	-0.004	0.001			0.017	0.097
Lactação, g/d								
Ca	5.45	1.266	-0.074	0.016	0.0006	0.0002	<0.001	0.025
P	1.02	1.010	-0.069	0.007	0.0005	0.0001	<0.001	<0.001
Mg	0.41	0.078	-0.023	0.002			<0.001	0.246
K	0.43	0.012	-0.022	0.003			<0.001	0.789
Na	0.27	0.171	-0.035	0.004			<0.001	0.260
Total								
Ca	6.91	1.161	-0.031	0.010	0.0003	0.0001	0.001	0.042
P							0.492	0.341
Mg	1.81	1.190	-0.025	0.010	0.0003	0.0001	0.011	0.032
K							0.495	0.407
Na	1.33	1.068	-0.006	0.001			0.001	0.078

Ca = Cálcio; P = Fósforo; Mg = Magnésio; K = Potássio; Na = Sódio; tudo expresso em g/kg. SE = Erro padrão; L = Modelo linear, Q = Modelo quadrático.  $\alpha$  e  $\beta$  são os parâmetros exponenciais em  $y = \alpha \times e^{\beta t}$ ; onde  $\alpha$  está o conteúdo mineral (g) no início da lactação;  $\beta_1$  e  $\beta_2$  são as taxas constantes de mobilização mineral (g/dia);  $t$  é o dia da lactação.

Tabela 10 - Exigências minerais diárias de cabras leiteiras durante os primeiros 56 dias de lactação

Variáveis	Dias de lactação								SEM
	7	14	21	28	35	42	49	56	
Manutenção g/d									
Ca	1.84	2.59	2.65	3.04	2.82	2.71	3.09	3.02	0.081
P	1.23	1.88	1.94	2.27	2.08	1.98	2.32	2.25	0.071
Mg	1.10	0.99	0.90	0.88	0.92	0.89	0.93	0.78	0.017
K	5.84	6.90	6.71	7.37	7.11	6.77	7.61	7.00	0.142
Na	1.17	1.06	0.96	0.94	0.99	0.95	0.99	0.83	0.016
Lactação, g/d									
Ca	4.39	2.24	1.34	1.04	0.80	0.79	0.65	0.52	0.131

P	0.69	0.42	0.29	0.20	0.19	0.17	0.12	0.11	0.021
Mg	0.24	0.20	0.12	0.07	0.09	0.07	0.05	0.05	0.024
K	0.73	0.23	0.27	0.24	0.20	0.14	0.15	0.13	0.020
Na	0.92	0.29	0.27	0.20	0.19	0.14	0.14	0.11	0.009
Total, g/d									
Ca	6.2	4.8	4.0	4.1	3.6	3.5	3.7	3.5	0.113
P	1.9	2.3	2.2	2.5	2.3	2.2	2.4	2.4	0.063
Mg	1.4	1.3	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	0.9	0.036
K	6.6	7.1	7.0	7.6	7.3	6.9	7.8	7.1	0.137
Na	1.4	1.3	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	0.9	0.023

Ca = Cálcio; P = Fósforo; Mg = Magnésio; K = Potássio; Na = Sódio; tudo expresso em g/kg. SEM = Erro padrão da média.

## 6. DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca (CMS) aumentou ( $P = 0.051$ ) nos primeiros 28 dias e em seguida houve tendência de estabilização (Tabelas 5 e 6). Entretanto pode-se observar que nas primeiras três semanas após o parto a ingestão de MS foi menor comparado às semanas finais do experimento, ocorrendo o pico na ingestão de MS na 4ª semana ( $P=1,58\text{kg}/\text{dia}$ ) (Tabela 6). A menor ingestão de MS nas primeiras duas semanas após o parto ocorre em decorrência de características fisiológicas das fêmeas leiteiras (BAUMAN; CURRIE, 1980; OLIVEIRA et al., 2021a). No periparto e puerpério, ocorre o que chamamos de período de transição, nessa fase, há uma série de alterações hormonais, metabólicas e comportamentais cujo objetivo é preparar a cabra gestante para o parto e lactogênese. Uma das consequências é a redução do consumo da matéria seca. Autores apontam que um dos motivos para que isso ocorra é em decorrência do maior tamanho fetal e dos anexos placentários no terço final da gestação, ocasionando uma perda do espaço físico do rúmen e uma diminuição alimentar (BARBOSA, et al. 2018).

Após o parto a cabra entra em um estado de balanço energético negativo (BEN), ou seja, as necessidades nutricionais por proteína, energia, minerais e vitaminas se elevam e a ingestão desses elementos não suprem a demanda da fêmea, sobretudo por conta da redução do consumo de MS (OLIVEIRA et al., 2021a; OLIVEIRA; RODRIGUES, 2021b), haja visto que ocorre grande metabolização desses nutrientes no pós-parto, na produção de colostro e para lactação. O BEN é uma alteração fisiológica que ocorre em toda fêmea mamífera, porém fatores extrínsecos como o sobrepeso podem intensificá-lo, levando o animal a uma perda

demasiada de ECC. Após o período de transição o consumo de MS começa a aumentar, mesmo que timidamente como observado anteriormente (MOTA et al., 2006).

Os menores valores em relação à ingestão dos macrominerais, Ca, P, K e Na, na primeira semana de lactação está intimamente relacionado à Ingestão de Matéria Seca (IMS) (NRC, 2007; GOFF, 2017; RAMOS et al., 2017). Entretanto, ao longo da lactação houve um crescimento quadrático no consumo desses minerais, isso pode ser explicado pela demanda mineral ocasionada pelo parto e produção de leite, tendo em vista que esses minerais fazem parte da composição química do leite, principalmente o cálcio e o fósforo, nesse sentido a cabra precisa aumentar sua ingestão mineral, caso contrário ela mobilizará suas reservas corporais minerais para atender essa demanda (HÄRTER, 2013).

O potássio e o sódio estão diretamente relacionados à produção de leite, pois participam da bomba de Na e K nos alvéolos mamários durante a produção láctea, em que o leite tem uma alta concentração de K e baixa de Na intracelulares (HASSABO, 2008; SILANIKOVE et al., 1997). Considerando que a produção de leite apresentou crescimento quadrático, atingindo seu pico aos 42 dias de lactação, explicando o aumento no requerimento desses minerais. Os resultados apontaram que a ingestão de Mg não teve relação com a produção de leite, esse fato por ser explicado pela baixa concentração desse mineral na secreção láctea. Segundo Berchielli; Pires; Oliveira (2011), quando os níveis de Mg estão normais ocorre uma reabsorção a nível renal pelas alças de Henle, retornando com o Mg para a corrente sanguínea, nesse sentido a ingestão de Mg independe do período lactacional. Outro ponto importante é que a digestibilidade do Mg está diretamente relacionada às concentrações de K, níveis mais elevados de K na dieta inibem a absorção do Mg, como aponta HORST et al., 1997; BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2011; KOLB et al.(2011), que em determinados casos pode ocasionar ao animal a Hipomagnesemia, quando os níveis plasmáticos de Mg estão abaixo do recomendado.

Como apresentado anteriormente a produção de leite teve comportamento quadrático, ocorrendo o pico no 42º dia de lactação, a primeira coleta obteve a menor produção média (P=2.04 litros), esses valores corroboram com o encontrado por outros autores, que também observaram uma menor produção no início da lactação, isso ocorre principalmente em decorrência do período de transição, 21 dias antes a após o parto, nesse estágio da vida produtiva das cabras ocorrem várias alterações metabólicas que podem interferir na produção, além do estresse inicial da adaptação de uma nova rotina como lactante, e também pelo menor consumo de MS, onde a fêmea tem dificuldades em suprir a alta demanda nutricional

ocasionada pela lactação. Passado essas três primeiras semanas a produção de leite atinge seu pico e tende a estabilidade (Tabela 6), apontando que a cabra já se adaptou ao novo manejo, e aumentou a IMS, consumindo a dieta preconizada para a produção leiteira (BRANCO et al., 2011).

Como apontado na Tabela 5 todos os minerais apresentaram redução linear na composição do leite, sendo os maiores valores registrados nos primeiros 7 dias de lactação, isso ocorre por conta da produção do colostro (secreção láctea produzida nos primeiros cinco dias após o parto) que é rico em minerais, principalmente Ca, isso pode ser confirmado ao analisarmos os dados na segunda semana, onde os valores tiveram uma queda considerável (RODRIGUES, 2001; CARVALHO et al., 2004; BRANCO et al., 2011). Uma maior concentração mineral no colostro é necessária para garantir a adequada nutrição ao cabrito recém-nascido. Pode-se destacar que a concentração mineral no leite diminui ao longo da lactação por efeito da lactose, esse carboidrato que vai determinar a quantidade de água no leite, com o aumento da produção, os minerais presentes no leite tornam-se mais diluídos (FONTANELI 2001).

Durante e após o parto ocorre uma grande demanda por minerais, tal necessidade implicará a fêmea mobilizar os elementos necessários de suas reservas corporais, já que o consumo tem sido baixo devido ao já mencionado período de transição. Isso acarretará uma redução dos teores dos macrominerais na carcaça, componentes não carcaça e no peso do corpo vazio durante os primeiros 56 dias de lactação das Cabras Pardas Alpinas como demonstrado nas Tabelas 7 e 8 (GUEDES et al, 2013; SILVA; MARTINS; BORGES, 2018; OLIVEIRA, RODRIGUES, FERNANDES, 2021b). O mineral mais abundante na carcaça é o Ca, que está presente quase que totalmente na composição óssea, entretanto desempenha papel primordial na contração muscular, transmissão de impulsos nervosos e o bom funcionamento do sistema imunológico. Sendo demandado em altos níveis durante o parto no processo de expulsão do feto e para a produção de colostro. O elevado requerimento desse mineral em um curto tempo associado à uma má suplementação poderá levar a fêmea a uma desordem metabólica, a hipocalcemia, que ocorre quando os níveis de cálcio na corrente sanguínea encontram-se muito baixos, esse problema pode ser agravado pela maior idade da fêmea, uma vez que há dificuldades na metabolização do cálcio ósseo (MAIOR JUNIOR, 2012).

Fósforo, potássio e sódio também apresentaram redução nos teores da composição corporal, isso ocorreu pelo mesmo motivo do Ca, ou seja, alta demanda no período inicial da

lactação frente a uma redução da ingestão alimentar, havendo a necessidade de metabolização corporal e conseqüente redução na carcaça. Outro ponto importante também é que nesse mesmo tempo a produção de leite tem aumentado, e os minerais mencionados anteriormente têm forte relação com a produção leiteira, fazendo parte de sua composição ou envolvidos na produção, dessa forma é natural que ocorra redução de seus níveis na composição corporal. Em virtude do período de transição e dos efeitos do balanço energético negativo ocorre também redução do ECC (SILVA; MARTINS; BORGES, 2018).

O único mineral que não apresentou decréscimo de seus valores na composição corporal das cabras foi o magnésio, demonstrando não ter uma relação direta com a lactação nas 8 semanas iniciais da lactação, isso pode ser explicado pela baixa concentração desse mineral na composição do leite, não havendo então uma grande demanda, possibilitando que as quantidades de Mg ingeridas diariamente através da ração concentrada e forragens sejam suficientes para atender as necessidades fisiológicas das cabras paridas, não havendo mobilização das reservas corporais.

Por outro lado, não houve redução de nenhum macromineral na composição das glândulas mamárias, que são as responsáveis pela produção leiteira, nesse caso não a metabolização dos minerais que fazem parte de sua composição, uma vez que a cabra necessita de um funcionamento pleno desse órgão, o que ocorre é um maior aporte de minerais de outras partes do corpo para essa região, para garantir, por exemplo, que tenha quantidades de Na e K suficientes para ativação das bombas de Sódio e Potássio nos alvéolos mamários para produção de leite. Além de outros minerais que participam do sistema imunológico, agindo para evitar infecções como a mastite por exemplo.

A exigência de minerais para manutenção durante os primeiros 56 dias de lactação das cabras Pardas Alpinas permaneceu o mesmo para Ca, K e P conforme observado nas Tabelas 9 e 10, não havendo aumento ou declínio com o avançar da lactação, indicando que as cabras necessitam de quantidades diárias de macrominerais para manter a homeostase corporal, independente da produção leiteira, reprodução ou gestação. Contudo as exigências de Mg e o Na variou linearmente ( $P < 0.05$ ) principalmente nos primeiros 7 dias de lactação (Tabelas 9 e 10). Este fato pode ser justificado pela mudança da massa corporal neste período (Oliveira et al., 2021a).

Para a produção de leite à uma diminuição linear do requerimento pelos macrominerais com o avançar da lactação, para cada litro de leite produzido, isso ocorre em virtude da mudança na composição do leite durante o período lactacional, o leite produzido nas

primeiras semanas após o parto é mais rico em mineral, (Tabela 6) e no decorrer da lactação a concentração mineral do leite cai, havendo então a diminuição da exigência macromineral. Na primeira semana após o parto à um maior aporte nutricional dos minerais, sobretudo do cálcio, essa maior demanda ocorre em virtude da composição do leite que é rico nesse mineral, outro aspecto importante é que nesse período a fêmea necessita reestabelecer os gastos durante o parto e a produção de colostro. Na e K também tem maior requerimento nesse período e posterior redução linear ao longo dos 56 dias de lactação,

A exigência de macrominerais para lactação reduziu ( $P < 0.05$ ) ao longo dos dias (Tabelas 9 e 10). A exigência de Ca recomendada pelo NRC (2007) é de 1.4 g/kg de leite, valor muito semelhante ao encontrado neste estudo 1.47 (1.74; 1.21 [intervalo de confiança, IC]) g/kg leite. Já para o P, as exigências para lactação encontradas neste estudo foi de 0.27 (0.54; 0.01) valor muito abaixo que o recomendado pelo NRC (2007) de 1g/kg de leite, está variação nos valores pode estar relacionada com a raça. Estudo realizado por Costa et al. (2021) com a cabras da raça Alpina apresentou valores de P dentro do IC apresentado neste estudo (0.54; 0.01) g/kg de leite. A exigência de Mg para lactação descrita por Meschy (2000) é de 0.11 g/kg de leite, apesar deste valor está dentro do IC (0.55; 0.02) encontrado neste estudo, foi 60.7% menor (0.28 g/kg leite). Segundo o NRC (2007) as estimativas das exigências de Mg aumentaram ao longo dos anos para superar os problemas associados à hipomagnesemia no parto. A exigência de K encontrada neste estudo ficou abaixo ( $0.53 > 0.26 > 0$ ) do recomendado por Meschy (2000) que é 1.9 g/kg de leite. Já a exigência de Na para lactação recomendado Meschy (2000) é de 0.38 g/kg, este valor está dentro do IC encontrado neste estudo ( $0.38 > 0.11 > -0.15$ ).

## 7. CONCLUSÃO

As cabras leiteiras no início da lactação mobilizaram em média  $12.1 \pm 0,3$  g de Ca,  $5.7 \pm 0,2$  g de P,  $0.9 \pm 0,1$  g de Mg,  $9.1 \pm 0,2$  g de K e  $3.4 \pm 0,1$  g de Na do PCV/dia.

A exigência líquida total para Ca é  $4.2 \pm 0,8$  g/kg de leite de Ca,  $2.3 \pm 0,4$  g/kg de P,  $1.2 \pm 0,3$  g/kg de Mg,  $7.2 \pm 0,9$  g/kg de K e  $1.1 \pm 0,2$  g/kg de Na durante os primeiros 56 dias de lactação.

## 8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **The nutrition of goat**. Report 10. Nutr. Abstr. Revision (Series B), Aberdeen, v. 67, n.11, 1998. 118p.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminants Livestock**. London: 1980. 351p.

AGRICULTURA RESEARCH COUNCIL. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. Supplement n. 1., Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK, 1984. 38-39p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 17th ed., Gaithersburg, MD, 2000.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis**. 13.ed. Washington, DC, 1980. 1094p.

ALVES, K. S. et al. Composição corporal e exigências de energia para ganho de peso de caprinos Moxotó em crescimento. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.10, p.1853-1859, 2008.

ALVES, L. G. C. et al. Composição e qualidade da carcaça de ovinos com diferentes pesos corporais ao abate. **Bol. Ind. Anim.** v. 77, s.p., 2020.

BAUMAN, D.E.; CURRIE, W.B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1514-1529, 1980.

BARBOSA, F. P. S. et al. Deficiência de fósforo em caprinos no semiárido de Pernambuco. **Pesq. Vet. Bras.** v. 38, p. 1117-1124, junho 2018.

BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., & OLIVEIRA, S. G. D. **Nutrição de ruminantes**. v.2, 2011.

BOMFIM, M. A. D.; BARROS, N. N. Exigências nutricionais de caprinos e ovinos leiteiros. In: **Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO NORTE-RIOGRANDENSE DE CAPRINOCULTURA E OVINOCULTURA, 1., p. 22. 2005,

BONILHA, S. F. M. et al. Estimativa da composição química do corpo vazio de animais Nelore e Caracu a partir das composições química e física do corte da 9<sup>a</sup>-10<sup>a</sup>-11<sup>a</sup> costelas. Ruminantes. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.12, p.2206-2214, 2008

BRANCO, R. H., RODRIGUES, M. T., SILVA, M. M. C. D., RODRIGUES, C. A. F., QUEIROZ, A. C. D., ARAÚJO, F. L. D. Desempenho de cabras em lactação alimentadas



com dietas com diferentes níveis de fibra oriundas de forragem com maturidade avançada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1061-1071, 2011

CARVALHO, G. G. P. D., PIRES, A. J. V., SILVA, F. F. D., VELOSO, C. M., SILVA, R. R., SILVA, H. G. D. O., MENDONÇA, S. D. S. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.919-925, set. 2004.

COELHO DA SILVA, J.F. Exigência de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1995, p. 468-504.

COWAN, R.T., ROBINSON, J.J., MCHATTIE, I.; et al. Effects of protein concentration in the diet on milk yield, change in body composition and the efficiency of utilization of body tissues for milk production in ewes. **Animal Production**, v.33, p.111-120, 1981.

DETMANN, E.; SOUZA, M. D.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. D.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012. 214p

FIGUEIREDO, F. O. de M. **Exigências nutricionais de cabritas saanen em crescimento dos 30 aos 45 kg**. 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2011. p. 83.

FONTANELI, R.S. Fatores que explicaram a composição e as características físico-químicas do leite. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFRGS. **Bioquímica do Tecido Animal**. 2001 1-25.

GOMES, H. F. B. **Composição corporal e exigências nutricionais de caprinos saanen machos dos 30 aos 45 kg de peso vivo**. 2011. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2019. p. 117.

HÄRTER, C. J.. **Metabolismo e exigências de minerais em cabras gestantes**. 2013. V,7, 147 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013.

HASSABO, A.A. 2008. Determination of phosphorus (P) and potassium (K) in the blood of desert goats at Khartoum state. **Pakistan J. Nutr.** 7(6):811-812

HERRERA, P.Z.; BERMEJO, J.V.D.; HENRÍQUEZ, A.A.; VALLEJO, M.E.C.; COSTA, R.G. 2011. Effects of extensive system versus semi-intensive and intensive systems on growth and carcass quality of dairy kids. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40, 2613-2620.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. **USDA**, 1946. p.1-20 (Technical Bulletin).

HORST RL, GOFF JP, REINHARDT TA. **Calcium and vitamin D metabolism during lactation**. **J Mammary Gland Biol Neoplasia**. 1997; 2: 253–263.  
<https://doi.org/10.1023/a:1026384421273>

GOETSCH, A.L. “Recent advances in the feeding and nutrition of dairy goats.” **Asian-Australasian journal of animal sciences** vol. 32,8 (2019): 1296-1305. doi:10.5713/ajas.19.0255

GOULART, R. S. et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia de bovinos de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.5, p.926-935, 2008

GUEDES, L. F. et al. A importância dos minerais na gestação de ruminantes. **REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME**. a. 211, v. 10, n. 05, p.2682 – 2699, Setembro -Outubro, 2013.

GOFF, J.P. 2017. Mineral absorption mechanisms, mineral interactions that affect acid–base and antioxidant status, and diet considerations to improve mineral status. **Journal of Dairy Science**, 101, 2763-2813.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE -INRA. 1988. **Alimentation des bovis, ovins, et caprins**. Ed. R. Jarrige. INRA, Paris.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1996. Whole milk. Determination of milk fat, protein and lactose content. **Guide for the Operation of Mid-infra-red Instruments**. IDF, Brussels (FIL-IDF Standard N°. 141B).

KNUPP, L. S. **Métodos indiretos para estimar a composição corporal de cabras saanen e ovelhas sarda lactantes**. 2017. Tese (Doutorado em Zootecnia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Areia-PB, 2017. p. 196.

KOLB, A.F., HUBER, R.C., LILICO, S.G., CARLISLE, A., ROBINSON, C.J., NEIL, C., PETRIE, L., SORENSEN, D.B., OLSSON, I.A., WHITELAW, C.B.A. 2011. Milk Lacking  $\alpha$ -Casein Leads to Permanent Reduction in Body Size in Mice. **PlosOne**, 6, 2011.

KOMARAGIRI, M.V.S.; CASPER, D.P.; ERDMAN, R.A. Factors affecting body tissue mobilization in early lactation dairy cows. 2. Effect of dietary fat on mobilization of body fat and protein. **Journal Dairy Science**, v.81, p.169-175, 1998.

LIMA, A. F. de et al. Perfil sérico de cabras saanen em lactação em função da inclusão da macroalga *Gracilaria birdiae* na dieta. In\_\_\_\_\_, II Congresso Internacional das Ciências Agrárias, COINTER – PDVAgro 2017. p. 5.

LIMA, J. F. S. **Doenças carenciais causadas por deficiência mineral em ovinos**. 2018. Monografia (Graduação em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018, p. 46.

LUO, C.D., SAHLU, T., FERNANDEZ, J.M. Assessment of energy and protein requirements for growth and lactation in goats. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4, Brasília. 1987. **Proceedings...**Brasília, EMBRAPA, 1987. p.1229-12247.

MAIOR JÚNIOR, R. J. de S. **Composição corporal e exigências líquidas de minerais de cabras moxotó em gestação, no semiárido Nordeste**. 2012. Tese (Doutorado em

Zootecnia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Areia-PB, 2012. p. 110.

MIRANDA, E. N., QUEIROZ, A. C. D., LANA, R. D. P., MELLO, R., GESUALDI JÚNIOR, A., RESENDE, F. D. D., ALLEONI, G. F. Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais de bovinos Caracu selecionados e Nelore selecionados ou não para peso ao sobreano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1201-1211, 2006

MESCHY, F. Recent progress in the assessment of mineral requirements of Goats. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.64, p.9-14, 2000.

METCALF, J. A.; WRAY-CAHEN, D.; CHETTLE, E. E. et al. The effect of dietary crude protein as protected soybean meal on mammary metabolism in the lactating dairy cow. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 603-611, 1996.

MOE, P. W., H. F. TYRRELL, W. P. FLATT. 1971. Energetics of body tissue mobilization. **Journal. Dairy Science**. 54:548–553.

MOTA, M.F.; PINTO-NETO, A.; SANTOS, G.T.; FONSECA, J.F.; CIFFONI, E.M.G. Período de transição na vaca leiteira. **Arq. ciên. vet. zool.** UNIPAR, Umuarama, v. 9, n. 1, p.77-81, 2006.

MOURÃO, R. de C. **Estimativa da composição química do corpo vazio de bovinos e bubalinos por meio da gravidade específica**. 2007. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Botucatu, 2007. p. 66.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 2001. 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D. C.: National Academy Press. 362 p. 2007.

NEVES, R. da S. **Composição corporal de cálcio e fósforo em cabras gestantes da raça moxotó no semiárido Paraibano**. 2013. Monografia (Bacharel em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Areia-PB, 2013. p. 28.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D. C.: National Academy Press. 362 p. 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of goats: Angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries**. Washington: National Academy Press, 1981. 91 p.

OLIVEIRA, T.S., RODRIGUES, M.T., FERNANDES, A.M. 2021a. Energy requirements and efficiency of Alpine goats in early lactation. **Animal**, 15, 100140.

OLIVEIRA, T.S., RODRIGUES, M.T. 2021b. Quantification of mobilization of body nitrogen and protein requirements of dairy goats in early lactation. **Livestock science**, 253, 104735.

RAMOS J.P.DE F., SOUSA W.H, SANTOS E.M, NUNES MEDEIROS A, MOURA J.F, COEREIA LIMA JUNIOR A, QUEIROGA CARTAXO F, SILVA DE OLIVEIRA J, , ALVES SILVA M. Fontes de volumoso em dieta para cabras Anglo Nubiana em lactação: Consumo, Digestibilidade e Comportamento ingestivo. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinária**. 2017;18(3):1-20.

RESENDE, K. T.; FERNANDES, M. H. M. R. ; TEIXEIRA, I. A. M. A. Exigências nutricionais de caprinos e ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais**. Goiânia: SBZ:Universidade Federal de Goiás, 2005. p. 114-135.

REYNOLDS, C.K. Economics of visceral energy metabolism in ruminants: toll keeping or intestinal revenue service. **Journal of Animal Science**. V.80, suppl. 2, p.E74-E84, 2002.

RIBEIRO, P. R. **Determinação da composição corporal de caprinos da raça saanen pelo método de absorptometria de raios-x de dupla energia (dxa)**. 2019. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2019. p. 1/60-64

RESENDE, K.T. **Métodos de estimativa da composição corporal e exigências nutricionais de proteína, energia e macroelementos inorgânicos de caprinos em crescimento**. 1989. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa-MG. 1989. 130p.

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

RESENDE, K. T. Methods of body composition estimative of growing goats. **Acta Scientiarum**. v. 39, n. 2, p. 189-194, Apr.-June, 2017

RIOS, M. R. de C. **Efeito da suplementação do selênio orgânico na dieta de cabras leiteiras sobre os parâmetros sanguíneos durante a lactação**. 2018. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Vale do Acaraú. Sobral – CE. 2018, p. 60.

RODRIGUES, C.A.F. **Efeito do nível de energia líquida da dieta sobre o desempenho e perfil de ácidos graxos não-esterificados de cabras leiteiras com diferentes condições corporais no período de transição**. 2001. 98 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2001.

SCOT CONSULTORIA, 2021. **A caprinocultura brasileira**. Acessado em 24 de maio de 2022. Disponível em: <<https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/entrevistas/2021/04/481/#:~:text=Os%20efeitos%20da%20pandemia%20tamb%C3%A9m,de%20frigor%C3%ADficos%2C%20abatedouros%20e%20latic%C3%ADnios>>.

SEAL, C. J., & C. K. REYNOLDS. Nutritional implication os gastrointestinal and liver metabolism in rumimnats. **Nutritional Research Reviews**, v.6, p. 185-208, 1993.

- SILANIKOVE, N., E. MALTZ, A. HALEVI, and D. SHINDER. 1997. Metabolism of water, sodium, potassium, and chlorine by high yielding dairy cows at the onset of lactation. **J. Dairy Sci.** 80:949-956
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165 p.
- SILVA-SOBRINHO, A.G.; RODRIGUES, M.T.; GARCIA, J.A. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína para cabras em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.20, n.6, p.614-631, 1991.
- SILVA, E. I. C. da. Formulação de ração para caprinos. **DNA-Departamento de Nutrição Animal**. p. 97. 2021.
- SILVA, M. das G. C. M. e; DINIZ, C. R.; ROSADO, A. C. Criação racional de caprinos. **UFLA-Lavras**, p. 98. 2015.
- SILVA, M. M. C. da; RODRIGUES, C. A. F. **Nutrição e alimentação de caprinos**. p. 19. [-21].
- SILVA, N. C. D. e; MARTINS, T. L. T.; BORGES, I. Macrominerais: deficiências e interações com a produção e nutrição de ruminantes. **Scientia Agraria Paranaensis**. v. 17, n. 3, jul./set., p. 263-271, 2018.
- SOUZA, E. J. O. de. Predicting body and carcass composition in Nellore heifers and their cross-breeds. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 50, n. 1, p. 148-158, jan-mar, 2019
- SOUSA, A. da R. **Predição da composição corporal de ovinos deslançados por meio do corte das costelas 9-10-11<sup>a</sup> (seção HH)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. p. 56
- SVENNERSTEN-SJAUNJA, K.; OLSSON, K. Endocrinology of milk production. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 29, p. 241–258, 2005.
- UNDERWOOD, E.J. The mineral nutrition of livestock. London: **Academic press**, 1981. 111p.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p.3583-3597, 1991.