

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
PROGRAMA DE DOUTORADO EM ZOOTECNIA**

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CAPRINOS NATIVOS**

**LUANA PAULA DOS SANTOS RIBEIRO**

**SALVADOR – BA  
MARÇO- 2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
PROGRAMA DE DOUTORADO EM ZOOTECNIA**

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CAPRINOS NATIVOS**

**LUANA PAULA DOS SANTOS RIBEIRO**  
Zootecnista

**SALVADOR – BA  
MARÇO- 2017**

**LUANA PAULA DOS SANTOS RIBEIRO**

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CAPRINOS NATIVOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

**Orientador:** Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira

**Coorientador:** Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros

**Coorientadora:** Prof. Dra. Stefanie Alvarenga Santos

**SALVADOR – BA  
MARÇO-2017**

Modelo de ficha catalográfica fornecido pelo Sistema Universitário de Bibliotecas da UFBA para ser confeccionada pelo autor

R484        Ribeiro, Luana Paula dos Santos  
              Exigências Nutricionais de Caprinos Nativos / Luana Paula  
dos Santos Ribeiro. -- Salvador, 2017.  
              84 f. : il

              Orientador: Ronaldo Lopes Oliveira.  
              Coorientadora: Stefanie Alvarenga Santos.  
              Tese (Doutorado - Zootecnia) -- Universidade Federal da  
Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2017.

              1. Composição corporal. 2. Energia. 3. Microminerais. 4.  
Proteína. 5. Requerimento. I. Oliveira, Ronaldo Lopes. II.  
Santos, Stefanie Alvarenga. III. Título.

## EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CAPRINOS NATIVOS

Luana Paula dos Santos Ribeiro

Tese defendida e aprovada para obtenção do grau de  
Doutor em Zootecnia

Salvador, 22 de março de 2017

Comissão examinadora:



---

Dr. Ronaldo Lopes Oliveira  
UFBA  
Orientador / Presidente



---

Dra. Analívia Martins Barbosa  
UFBA



---

Dra. Manuela Silva Libânio Tosto  
UFBA



---

Dra. Elzania Sales Pereira  
UFC



---

Dr. Nilton Guedes do Nascimento Júnior  
UFBA

## DADOS CURRICULARES DA AUTORA

LUANA PAULA DOS SANTOS RIBEIRO- nascida na cidade Junqueiro - Alagoas em 20 de Outubro de 1986, filha de José Paulo Pacheco Ribeiro e Luzia Batista dos Santos Ribeiro. Concluiu o ensino médio em 2005, em 2006 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), em 2007 ingressou no curso de Pedagogia da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR). Quando acadêmica no curso de Zootecnia participou de várias atividades, como: monitoria, projetos de pesquisa e extensão e estágios na Universidade Federal de Viçosa. Em 2010 concluiu o curso de Pedagogia e foi selecionada no Programa de Intercâmbio de Universidades Luso-Brasileiras-Santander/Banespa, pelo qual cursou um período de seis meses na Universidade de Trás os Montes e Alto Douro –UTAD, em Portugal. Em fevereiro de 2011 concluiu a graduação do curso de Zootecnia, sob orientação dos professores: Dr. Daniel de Noronha Figueiredo e Dr<sup>a</sup>. Janaina Azevedo Martuscello e em março ingressou no curso de Mestrado em Produção Animal, pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, no qual foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) desenvolvendo sua pesquisa na área de Nutrição de Ruminantes, sob orientação do professor Ariosvaldo Nunes de Medeiros. Em 2013, ingressou no Programa de Doutorado em Zootecnia, pela Universidade Federal da Bahia, no qual foi bolsista da Fundação de Amparo ao Pesquisador do Estado da Bahia (FAPESB) desenvolvendo sua pesquisa com Exigências Nutricionais sob orientação do professor Ronaldo Lopes Oliveira, em 2015 participou do Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE), pelo qual passou o período de um ano em Langston University em Oklahoma nos EUA e apresentou a defesa de tese na UFBA em Março de 2017.

**Epígrafe**

Nossa recompensa concentra-se no esforço e não no resultado. Um esforço total é uma completa vitória. ”

Mahatma Gandhi

**Dedico:**

Aos meus amados pais:

José Paulo Pacheco Ribeiro e Luzia Batista dos Santos Ribeiro, exemplos de vida, fé e perseverança, por me acompanharem e apoiarem em todos os momentos. A minha irmã Juciele dos Santos Ribeiro, pelo carinho e torcida, aos amigos e familiares que foram fiéis, me apoiaram nesta longa caminhada e sempre compreenderam minhas ausências, além de me ofereceram suporte quando mais precisei, me fizeram compreender que devemos lutar por nossos objetivos por mais difíceis que sejam.

**Ofereço:**

À minha tia Nazaré Batista dos Santos Ribeiro (in memoriam), mulher guerreira que sempre aproveitou ao máximo todos os momentos compartilhados em família, sua lembrança nos alimenta cada dia. Te amo muito e serei eternamente grata por seu carinho.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, que me deu forças e fortaleceu meus passos diante de cada dificuldade, além da oportunidade de encontrar pessoas maravilhosas que hoje fazem parte de minha vida.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, discentes e a todos os professores que contribuíram para o enriquecimento de minha formação profissional, em especial: Dr. Claudio Vaz, Dr<sup>a</sup>. Stefanie Alvarenga, Dr. Ronaldo Oliveira e Dr. Thadeu Mariniello.

A FAPESB pela bolsa concedida e ao Banco do Nordeste (BNB) pelo fomento necessário à execução do nosso projeto.

Ao professor e orientador Dr. Ronaldo Lopes Oliveira, por todo o conhecimento transmitido, pela paciência, companheirismo, amizade e pela força para realização do intercâmbio. Parabéns pelo excelente profissional.

Aos membros do comitê de orientação, professores: Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros e a Dr<sup>a</sup>. Stefanie Alvarenga Santos, pelo apoio e sugestões. Aos professores que contribuíram com aprovação do projeto, com análises laboratoriais e análises estatísticas: Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros, Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho, Dr. Paulo Sérgio de Azevedo, Dr. José Humberto Vilar da Silva e o prof. Walter Esfraim Pereira. Aos membros da banca de avaliação: Dr<sup>a</sup> Analivia Barbosa, Dr. Niton Nascimento Júnior, Dr<sup>a</sup> Elzania Pereira e Dr<sup>a</sup> Manuela Tosto.

Meu muito obrigada a Carla Harter que me ajudou com muita paciência no início do doutorado com os cálculos das exigências de gestação.

À professora Dr<sup>a</sup>. Stefanie Alvarenga Santos, por sua ajuda e contribuição para finalização desse trabalho. Meu muito obrigada, aprendi muito e percebi o quão es importante para nosso programa de pós-graduação. Parabéns professora!!!

Ao Centro de Apoio à Pesquisa (CENAPESQ), principalmente Marcelo Correia Andrade pelo apoio com as análises de minerais realizadas em Recife-PE.

À equipe Nutriaridus, que nunca mediu esforços para realização dos trabalhos desempenhados! Canindetes: Anaiane, Andréia, Gabriel, Cláudio, Maurício e Romildo. Pessoas que estiveram em todas as etapas do projeto de minerais e juntos superamos todas dificuldades para realização do trabalho. À equipe Moxotó: Dr<sup>a</sup>. Ligia Maria



Barreto e Dr. Rinaldo José de Souto Maior Júnior que passaram por longos e difíceis momentos de trabalhos. Foi um presente de Deus conhecer e compartilhar o dia a dia com vocês. Obrigada por tudo!!!

À minha grande amiga Anaiane Pereira Souza, que apesar de toda a distância continua contribuindo com sua valiosíssima e constante ajuda, aprendi muito e serei eternamente grata pelos momentos de alegrias, tristezas e superações que passamos juntas. “Nanai”, obrigada por seu apoio e consolo nos momentos em que mais precisei, conto podermos trabalhar novamente em equipe.

À Lígia Maria Barreto amiga, que mesmo com suas atividades não poupou tempo para me ajudar na conclusão deste trabalho, parabéns pela força, és um exemplo de superação, foi muito bom contar com você nos momentos de aflição, alegria e correria. Obrigada pelo apoio e força minha grande amiga.

À Ana Catharina e a todos os pioneiros do curso de Zootecnia do Campus Arapiraca, apesar da distancia sempre nos mantemos unidos, desejo tudo de bom sempre. É ótimo poder contar com vocês mesmo depois de 6 anos de formatura.

À Dr<sup>a</sup>Alenice Ozino Ramos, Valéria Santos Cavalcante, Dr<sup>a</sup>Jaqueline da Silva Trajano e Gabriela Cambuí que me forneceram apoio e ajuda no momento em que mais precisei. Nunca vou esquecer o apoio incondicional que vocês me ofereceram. Valeu!!!

Aos ensinamentos e por cada gesto de afeto e compreensão da equipe do professor Dr. Ronaldo Oliveira: Dr<sup>a</sup>. Jaqueline da Silva Trajano, Dr. Tiago Cunha Rocha, Dr<sup>a</sup>. Rebeca Dantas Xavier Ribeiro, Dr. Caius Barcellos Pellegrini, Dr. Nilton Guedes Nascimento Júnior, Dr<sup>a</sup> Gabriela Brito Cambuí, Dr. Thiago Vinícius Costa Nascimento. Obrigada a todos vocês pelas correções, e por manter esse grupo do Genru sempre ativo, é ótimo ter o apoio de todos dessa maravilhosa equipe.

Ao diretor do Instituto de pesquisa de Caprinos El Kika de la Garza Dr. Tilahun Sahlu, aos pesquisadores: Dr. Arthur Goetsch, Dr. Ryzard Puchala, Dr. Terry Gipson, Dr. Lionel Dawson, Dr<sup>a</sup> Yoko Tsukahara, Dr. Roger Merkel, Dr. Dereje Golish, Mrs. Hirut Tejeji, Mr. Jerry Hayes, Ms. Eva Vasquez, Mr. Ali Hussein, Dr<sup>a</sup>. Raquel Vasconcelos, Dr<sup>a</sup>. Shirron Lechure, Mr. Mehari e Ms. Amélia Maldonado. Tenho um carinho especial por todos vocês, aprendi muito e o melhor de tudo foi a valorização profissional. Obrigada de coração, não vejo a hora de poder revê-los, obrigada por tudo,

paciência, amizade e compreensão com os ensinamentos passados, principalmente pelo inglês. Sinto saudade de todos.

Aos amigos que conheci em Salvador, não vou conseguir lembrar o nome de todos, colombianos, mexicanos, bolivianos e entre outros que já nem me lembro os países. O grupo El combo, Miros Barron (Mirsha), Rocio Niño, Cristian, Isa Parrita, José Antônio, Benjamim Camacho, Elizabeth, Laura Márquez, Maritza, Luis e Franklin. Obrigada por tudo que podemos compartilhar, serei muito grata por tudo que conheci e aprendi com vocês. “Obrigada, viu!!!”

Aos amigos do programa de pós-graduação em Zootecnia da UFBA, em especial Adin Daza, Jocely, Henry, Larissa, Ana caroline, Bruna Yasnaia e Anny gracy. Aos funcionários da UFBA, que além dos serviços prestados na instituição sempre estão dispostos a ajudar e com um carinho especial, agradeço a todos em nome de: Kleber Morbeck e Katia Dórea.

Foi muito bom conhecer um pouquinho mais de vocês nessa etapa final, obrigada pelas conversas e ajuda que foram valiosíssima, Dr<sup>a</sup>. Lays Débora Silva Mariz e Dr<sup>a</sup>. Luana Marta de Almeida Rufino, obrigada meninas.

À minha família que sempre esteve presente, nos momentos tristes e felizes. Por sempre me ajudarem e apoiarem, amo muito vocês e jamais teria conseguido se não fosse o apoio emocional que me ofereceram durante esse período.

Aos meu pais, devo tudo que conquistei e sou, nunca esquecerei do quanto que esse sonho, é NOSSO. Amo muito vocês, minha razão de ser feliz e não ter desistido da vida nos momentos difíceis, nem sempre somos tão fortes o quanto parecemos. Deus, MEU MUITO OBRIGADA.

Obrigada Deus pela oportunidade de conhecer pessoas que me ofereceram um ombro amigo nos momentos difíceis e em diferentes lugares, pelos quais eu passei: Alagoas, Paraíba, Minas Gerais, Oklahoma, Salvador, São Paulo e Vila Real e aos diversos amigos que possuo nesse “mundão” devido aos programas de pós-graduação que participei.

Obrigada a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para finalização desse estudo.

**LISTA DE FIGURAS****Capítulo 1****Exigência Líquida de Energia e Proteína de cabras Moxotó em gestação**

	<b>Página</b>
Figura 1 e 2- Relação entre a produção de calor (PC, kcal/kg PCVZ/dia) e o consumo de energia metabolizável (CEM, kcal/kg PCVZ/dia) para cabras Moxotó com 1 e 2 fetos	39
Figura 3 e 4- Relação entre o nitrogênio retido ( $\text{g/PC}^{0.75}$ ) e o consumo de nitrogênio ( $\text{g/PC}^{0.75}$ ) para cabras Moxotó para 1 e 2 fetos	41

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

#### Exigência Líquida de Energia e Proteína de cabras Moxotó em gestação

	<b>Página</b>
Tabela 1- Composição bromatológica dos ingredientes da ração experimental	28
Tabela 2- Composição corporal em função da restrição alimentar, dias de gestação e número de fetos	37
Tabela 3- Nitrogênio retido e absorvido em função da restrição alimentar, dias de gestação e número de fetos	40

### Capítulo 2

#### Exigência Líquida de Microminerais de Cabritos Canindé em Crescimento

	<b>Página</b>
Tabela 1- Composição bromatológica dos ingredientes da ração experimental	54
Tabela 2- Ingredientes e composição bromatológica da ração experimental	54
Tabela 3- Consumo de microminerais de cabritos Canindé em crescimento	59
Tabela 4- Desempenho e composição corporal de cabritos Canindé em crescimento	60
Tabela 5- Composição corporal de microminerais de cabritos Canindé em crescimento	61
Tabela 6- Equação de regressão para estimar a composição corporal de cabritos Canindé em crescimento	61
Tabela 7- Composição corporal de cabritos Canindé estimada pelas equações alométricas logaritimizadas	62
Tabela 8- Composição corporal de cabritos Canindé estimada pelas equações alométricas logaritimizadas	62
Tabela 9- Exigências líquidas de microminerais (mg/dia) para ganho em peso de cabritos Canindé em crescimento	63

## SUMÁRIO

### **Exigências Nutricionais de Caprinos Nativos**

Resumo geral .....	01
Abstract .....	03
Introdução geral.....	05
Revisão de literatura geral.....	06
Referencial de literatura geral .....	17
Considerações finais gerais.....	71

### **Capítulo I – Exigência Líquida de Energia e Proteína de Cabras Moxotó em Gestação**

Resumo.....	24
Abstract .....	25
Introdução .....	26
Material e Métodos .....	27
Resultados .....	36
Discussão.....	42
Conclusões .....	45
Referências Bibliográficas .....	45

### **Capítulo II – Exigência Líquida de Microminerais de Cabritos Canindé em Crescimento**

Resumo.....	50
Abstract .....	51
Introdução .....	52
Material e Métodos .....	53
Resultados .....	59
Discussão.....	63
Conclusões .....	67
Referências Bibliográficas.....	67

## Exigências Nutricionais de Caprinos Nativos

### RESUMO GERAL

Objetivou-se estimar as exigências líquidas de energia e proteína para cabras em gestação e de microminerais para cabritos Canindé crescimento. Foram realizados dois experimentos: O primeiro utilizando 77 cabras multíparas, com peso corporal (PC) médio inicial de  $27,11 \pm 5,01$  kg da raça Moxotó. No início do experimento, sete cabras não gestantes foram abatidas para servirem como referência para as estimativas de peso de corpo vazio (PCVZ) e composição corporal inicial dos 70 animais remanescentes, os quais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com um arranjo fatorial  $3 \times 2 \times 3$  (três períodos de gestação, dois tipos de fetos e três níveis de restrição), sendo quatro repetições por tratamento. Os tratamentos consistiram de dietas com 3 níveis de restrição alimentar (*ad libitum* (0%), 20% e 40%), número de fetos (1 e 2) e dias de gestação (50, 100 e 140). Os abates foram realizados de acordo com os dias de gestação. No segundo experimento foram utilizados 33 cabritos castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de  $15,65 \pm 0,41$  kg e idade aproximada de 5 meses. No início do experimento, cinco animais foram abatidos para servirem como referência para as estimativas de peso de corpo vazio (PCVZ) e composição corporal inicial dos 28 animais remanescentes, os quais foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos e sete repetições. Os tratamentos consistiram de dietas com 4 níveis de restrição alimentar (*ad libitum* (0%), 20%, 40% e 60%). Quando os animais de um dos tratamentos atingiram PC médio de 25kg, todos os animais do respectivo grupo foram abatidos. A composição corporal foi determinada a partir da equação obtida pela regressão do logaritmo do mineral no peso de corpo vazio (PCVZ), para animais com 15 a 25 kg. As exigências de energia e proteína metabolizável de manutenção para cabras Moxotó com um e dois fetos foram 61.07 e 71.89 kcal/PC<sup>0,75</sup>/dia e 2.2 e 2.5 g/PC<sup>0,75</sup> respectivamente. As exigências líquidas de energia de gestação para 50, 100 e 140 dias foram: 1.36, 1.44 e 1.48 para 1 feto e para 2 fetos 2.27, 2.62 e 2.82, respectivamente. Os valores da composição corporal dos caprinos Canindé (mg/kg/PCVZ) foram de 3,93 a 7,38 de Cu; 7,67 a 6,57 de Mn; 24,3 a 36,2 de Fe; E 9,39 a 14,7 de Zn, respectivamente. Os valores (mg/kg/PCVZ) para necessidades líquidas de ganho de 100 g, variaram de 6,54 a 12,9 de Cu; 4,38 a 3,96 de Mn; 32,7 a 51,5 de Fe; e

13,2 a 21,9 de Zn. As exigências líquidas de energia, proteína e microminerais foram menores que as preconizadas pelos sistemas internacionais de alimentação. As exigências nutricionais apresentadas nessa pesquisa podem ajudar a melhorar na suplementação nutricional em rebanhos de caprinos em crescimento e em gestação.

**PALAVRAS CHAVE:** composição corporal, energia, microminerais, proteína, requerimento

## Nutritional Requirements of Indigenous Goats

### ABSTRACT

The objectives of this work were to determine the net energy requirements (NE<sub>preg</sub>) and protein (NP<sub>preg</sub>) in pregnancy goats and microminerals of Canindé goats. in growth Two experiments were carried out: the first one using 77 multiparous goats, with initial body weight (BW) averaging  $27.12 \pm 5.01$  kg. At the beginning of the experiment, seven non-pregnancy goats were slaughtered to serve as reference for the estimates of empty body weight (EBW) and initial body composition of the 70 remaining animals, which were distributed in design completely randomized in a 3x2x3 factorial arrangement (three periods of gestation, two types of fetuses and three restriction levels) with four replications per treatments. The treatments consisted of three restriction diets (ad libitum, 20% e 40%), fetuses number (1 and 2) and pregnancy days (50, 100 e 140). The slaughtering was performed according to the days of gestation. And the second were 33 goats kids, castrated, with initial body weight (BW) averaging  $15.65 \pm 0.41$  kg and about five months of age. At the beginning of the experiment, five animals were slaughtered to serve as reference for the estimates of empty body weight (EBW) and initial body composition of the 28 remaining animals, which were distributed in randomized block design with four treatments and seven replications. The treatments consisted of three restriction diets (ad libitum (0%), 20 %; 40% and 60%). When the animals of one of the treatments reached BW average 25 kg, all the animals from of respective group were slaughtered. The body composition was estimated from the predicted equation obtained by regression the logarithm of the weight of each mineral in the empty body weight (EBW), for animals with 15 to 25 kg. The metabolizable energy and protein requirements for maintenance of Moxotó goats with one and two fetuses 61.07 and 71.89 kcal/PC<sup>0.75</sup>/day and 2.2 and 2.5 g/PC<sup>0.75</sup>, respectively. The net energy requirements of pregnant for 50, 100 and 140 days were: 1.36, 1.44 and 1.48 for 1 fetus and for 2 fetuses 2.27, 2.62 and 2.82, respectively. The value for body composition Canindé goats (mg/ kg EBW) is 3.93 to 7.38 mg Cu; 7.67 to 6.57 mg of Mn; 24.30 to 36.22 mg of Fe; and 9.39 to 14.71 mg of Zn, respectively. The net requirements for growth were estimated by the first derivative of the allometric equations. The values (mg/kg EBW) for gain of 100 g ranged from 6.54 to 12.9 mg Cu; 4.38 to 3.96 mg of



Mn; 32.7 to 51.5 mg of Fe; and 13.2 to 21.9 mg of Zn. The net energy, protein and microminerals requirements were lower than those recommended by international food systems. The nutritional requirements of microminerals presented in this research can help to improve the accuracy of nutritional supplementation in growing and pregnant goats.

**KEY WORDS:** body conditional, energy, microminerals, protein, requirement

## 1.0 INTRODUÇÃO GERAL

A caprinocultura tem se destacado como importante atividade econômica e social no Nordeste brasileiro, devido à rusticidade dos animais, e ao potencial da vegetação natural para a manutenção e sobrevivência desta espécie. O Nordeste brasileiro detém o maior efetivo de caprinos, sendo responsável por 92,7% do total da espécie no País, em relação à 2014, houve aumento de 9,9% nessa região, com cerca de 800 mil animais a mais na data de referência da pesquisa (IBGE, 2015).

O Brasil ainda não possui um sistema de alimentação com as tabelas de exigências nutricionais de caprinos nativos e para formulação das dietas utiliza-se as recomendações dos comitês internacionais para pequenos ruminantes, dentre os sistemas mais comumente adotados, destacam-se: sistema americano (NRC – National Research Council), o britânico (AFRC- Agriculture and Food Research Council), o francês (INRA- Institut National de la Recherche Agronomique) e o australiano (CSIRO- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) sendo que estes modelos diferem dos valores preconizados para as exigências nutricionais dos animais nativos do Brasil, em função das diferenças nas metodologias, fatores de correção e eficiências de utilização (RESENDE et al., 2008).

Os sistemas de alimentação proposto por outros países não proporcionam o máximo desempenho esperado diante das diferenças entre espécies e condições climáticas diversas uma vez que as exigências nutricionais são influenciadas por vários fatores, tais como: idade, sexo, raça, sistema de produção (carne e leite), peso corporal, condições climáticas, estado fisiológico (crescimento, gestação e lactação) e a composição corporal (ARC, 1980; NRC, 2007).

A composição corporal é de suma importância para a predição das exigências nutricionais, como também é essencial em estudos de nutrição para avaliar o potencial de crescimento dos animais utilizados nos diferentes sistemas de produção (RESENDE et al., 2005). Assim como, diversos fatores podem interferir na composição corporal do animal e conseqüentemente na quantidade e local de deposição dos tecidos (AFRC, 1993).

Diante do crescimento da produção caprina torna-se necessário priorizar o sistema que possui a chave do investimento, a gestação, pois é umas das fases mais importante do sistema de produção animal e a nutrição adequada garante a reserva

corporal e o crescimento fetal que reflete no ganho de peso das crias e menor tempo para atingir o peso de abate (LUNA-OROZCO et al., 2015).

As raças Moxotó e Canindé são raças nativas do semiárido nordestino brasileiro, foram as primeiras raças a serem homologadas no livro de registro genealógico (ABCC, 2010). Os caprinos que estão bem adaptados as condições climáticas, não reduzem a ingestão de alimentos, devido ao poder de minimizar os efeitos que o desconforto térmico pode ocasionar com o estresse relacionado ao clima, apresentando efeito no desempenho animal (MISRA e SINGH, 2002). Assim, destaca-se a necessidade de estudar as exigências nutricionais dos caprinos nativos da região nordeste do Brasil, uma vez que há poucos estudos relacionados com esses animais.

## **2.0 REVISÃO DE LITERATURA GERAL**

### **2.1 Caprinos nativos do semiárido nordestino**

A região Nordeste abrange uma área total de 166,2 milhões de hectares, dos quais 95,2 milhões (57%) estão inseridos na zona do semiárido, área de forte atividade pecuária, especialmente, para pequenos ruminantes, com população caprina de 9,61 milhões de animais, que corresponde a 92,7% do efetivo nacional (IBGE, 2015). Neste contexto, sobressaem-se os caprinos nativos em face de sua característica de adaptação, o que é fortemente influenciado pelos seus hábitos alimentares.

Dentre as raças de caprinos nativas da região do semiárido nordestino brasileiro, a raça Moxotó é a que possui maior população, apesar de se encontrar dispersa em pequenos núcleos de criação mantidos por empresas públicas e criadores particulares (RIBEIRO e PIMENTA FILHO, 2003). No estado da Paraíba, a raça Moxotó é a de maior efetivo, correspondendo a 62,6% do total das raças nativas do estado. É uma raça utilizada por vários criadores pelo destaque do grande potencial para a produção de carne (LIMA, 2005). Silva et al., (2013), afirmam que, quando expostos à radiação solar direta, caprinos da raça Canindé ativam mecanismos evaporativos para dissipar o excesso de calor ganho do ambiente, observando diferenças regionais na evaporação cutânea, sendo esta mais intensa na região do pescoço.

Comparando caprinos das raças Canindé e Moxotó, Silva et al., (2010), obtiveram resultados que comprovam que ambas as raças respondem positivamente às condições ambientais de estresse térmico que lhes foram impostas, o que se consegue pela alta resistência a climas mais severos que estes animais possuem. Para a otimização do sistema há necessidade de fornecer a nutrição adequada para os animais, assim, atender as exigências nutricionais em cada fase do sistema de criação.

## **2.2 Exigências Nutricionais para Caprinos**

A exigência de um nutriente pode ser definida como a quantidade necessária do mesmo a ser disponibilizada na dieta, com intuito de atender as necessidades de um animal em ambiente compatível com a boa saúde do animal, e as necessidades do animal envolve as quantidades de nutrientes ou energia para suportar um dado nível de produção (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Para a determinação das exigências nutricionais de caprinos é importante mensurar a composição dos nutrientes que participam do metabolismo animal. Dessa forma, suas determinações são essenciais nos estudos de nutrição para avaliar o potencial de crescimento dos animais utilizados nos diferentes sistemas de produção (FERNANDES et al., 2012; MEDEIROS et al., 2014; HARTEK et al., 2016), obtenção de carcaças com maior proporção de músculos e quantidades adequadas de gordura. Além disso, o crescimento e o ganho em peso variam em função da composição corporal.

O termo composição corporal diz respeito à composição química ou física do corpo do animal (BERG e BUTTERFIELD, 1976), essa composição química refere-se às concentrações ou quantidade de água, gordura, proteína, energia e minerais depositadas no corpo do animal.

A composição corporal possui influência de vários fatores, como: quantidade e local de deposição dos tecidos, o genótipo, o sexo, a idade, a alimentação e a categoria animal (AFRC, 1993), sendo a idade o fator de maior influência, e o tecido adiposo o mais afetado (SANZ SAMPELAYO et al., 1987), à medida que a idade avança, aumenta o conteúdo de gordura e reduz a quantidade de proteína no corpo e no ganho

em peso (NRC, 2007), e em contrapartida ocorre redução da quantidade de minerais ao passo que ocorre a diminuição da proporção de ossos no ganho, provocando assim, diluição da concentração corporal dos minerais.

Os sistemas de alimentação utilizam o método fatorial para a determinação das exigências nutricionais, pois fraciona as exigências líquidas dos animais (manutenção, crescimento, gestação, lactação, produção de fibra ou lã) (RESENDE, et al., 2008).

Nos estudos de exigências nutricionais de caprinos o método do abate comparativo tem sido bastante utilizado nos estudos (TAMEEM ELDAR et al., 2012; ALMEIDA et al., 2015). Foi adotado no Sistema Californiano de Energia Líquida, que serviu como base para o NRC (1981, 1985, 1996, 2007), e possui vantagem sobre o método calorimétrico por permitir a determinação das exigências em condições mais próximas às de exploração dos animais, e não possui as limitações que os experimentos de longo termo têm para emprego de animais em fase de crescimento, em gestação ou em lactação (NRC, 2007).

A composição tecidual altera desde o nascimento do animal até alcançar o máximo crescimento (SILVA SOBRINHO et al., 2002). O processo de crescimento envolve adaptações nos órgãos e tecidos segundo as necessidades fisiológicas do organismo, de forma que o indivíduo atinja o tamanho à maturidade, que é considerado como o ponto em que a massa corporal atinge seu crescimento máximo, ou seja, a máxima hipertrofia do tecido muscular com conseqüente aumento do tecido adiposo, ou quando o animal atinge aproximadamente 22% de gordura em sua composição corporal (NRC, 2007).

Segundo Resende et al., (2008) as estimativas da composição do ganho obtidas através de equações demonstram que o ajuste para a taxa de ganho decresce com o aumento da maturidade. O ganho em animais maduros apresenta maior proporção de tecido adiposo do que em animais jovens, e o custo energético é maior para a deposição de gordura. O ganho é expresso em massa de tecido com base no peso de corpo vazio do animal.

No período gestacional, importantes modificações fisiológicas e metabólicas estão ocorrendo na genitora, uma vez que boa parte dos nutrientes disponíveis será direcionada para os produtos da concepção (WU et al., 2006). A nutrição adequada fornecida à cabra gestante, garante que as exigências de energia, proteína, vitaminas e

minerais sejam direcionados para manutenção, diferenciação e subsequente desenvolvimento e crescimento fetal, visto que o feto é a partição prioritária para disponibilização dos nutrientes e energia (NRC, 1985).

O estresse térmico por calor pode aumentar exigências de energia do animal, devido ao aumento da frequência cardíaca, taxa de batimentos e a ofegação podem aumentar o gasto energético para a manutenção da temperatura corporal. De acordo com o NRC (1981), as exigências de energia também são afetadas pelo ambiente, crescimento do pêlo, atividade muscular e a interação da energia com outros componentes da dieta, sendo assim, necessário o conhecimento dos nutrientes e da energia que compõe a dieta dos animais.

### **2.2.1 Exigências de Proteína**

As proteínas são nutrientes essenciais para os organismos vivos, apresentam funções químicas ou estruturais que participam na formação e manutenção dos tecidos, transporte de nutrientes e formação de hormônios e enzimas, com a deficiência prolongada de proteína na dieta pode diminuir sua concentração no sangue, no fígado e nos músculos, predispondo os animais a doenças, além de reduzir a eficiência de utilização dos nutrientes em razão de alterações das funções ruminais (NELSON e COX, 2014).

A proteína da dieta é em parte degradada no rúmen e seu componente nitrogenado será reutilizado pelos microrganismos para a síntese de proteína microbiana. A proteína microbiana fornece aminoácidos que são absorvidos e utilizados para a síntese protéica do animal (NRC, 2007).

As exigências de proteína para os animais em crescimento são maiores que na fase de terminação e podem ser afetadas por diversos fatores, entre eles, a idade, o estágio de desenvolvimento animal e a composição corporal, à medida que a idade avança, aumenta o conteúdo de gordura e diminui a proteína no corpo animal, devido a diminuição no metabolismo animal (ARC, 1980; AFRC, 1998).

A transição da vida do neonatal é caracterizada pelo aumento abrupto de nutrientes e mudanças na glicose e no metabolismo de lipídeos (GIRARD et al., 1992).

Alguns mecanismos recentes como a insulina, apresentam um papel importante na adaptação materna com suporte adequado de substratos para o desenvolvimento do feto (JAINUDEEN e HAFEZ, 2000).

As exigências de proteína podem ser expressas em termos de proteína bruta, proteína digestível, proteína degradável no rúmen, proteína não-degradável no rúmen, proteína metabolizável e proteína líquida, as diferenciações são baseadas em aspectos conceituais de época ou de cada sistema de alimentação a ser considerado (NRC, 1981; AFRC, 1993).

Harter et al., (2016) trabalharam com compilação de dados de caprinos e ovinos, e os resultados das exigências de energia e proteína para cabras gestantes também foram superiores, como pode-se observar para proteína g/dia (1 feto: 1,69; 4,70; 13,2; 37,7; e 2 fetos: 2,65; 7,06; 19,4; e 54,9 aos 50, 80, 110 e 140 dias respectivamente), estudo realizado no Brasil com cabras sem padrão racial definido.

### **2.2.2 Exigências de Energia**

A energia é indispensável para a formação, crescimento e manutenção dos tecidos animais, apresentando dependência direta nos processos metabólicos dos diversos órgãos do corpo, sendo necessário também para as várias atividades, variando sua forma de utilização com o tipo de dieta e características individuais de cada espécie (MEDEIROS et al., 2014).

A energia utilizada pelo animal provém, principalmente, da energia ingerida e eventualmente da mobilização e do catabolismo das reservas corporais. Sob condições de elevada temperatura ambiente, o animal desenvolve mecanismos de regulação do consumo de alimentos, para reduzir a produção de calor, que convém neste caso, aumentar a densidade energética da ração para que não haja perdas na produção (MORAND-FEHR e DOREAU, 2001). Entretanto, segundo Misra e Khub (2002) caprinos bem adaptados a zonas semiáridas, não reduzem o consumo de alimentos, possivelmente devido ao reduzido impacto causado pelo estresse nesses animais, cujos efeitos não são limitantes à sua produção.

Os conteúdos energéticos de um alimento, bem como a exigência energética de um animal, podem ser expressos de diversas formas: nutrientes digestíveis totais (NDT), energia bruta, energia digestível, energia metabolizável e energia líquida (AFRC, 1993; NRC, 1996). Esta última forma de expressão do conteúdo energético foi proposta por Lofgreen e Garret (1968), através do sistema de “Energia Líquida da Califórnia”, o qual foi adotado para bovinos de corte e, posteriormente, o NRC de caprinos (1981, 2007), que expressa as exigências como energia digestível, energia metabolizável, energia líquida para manutenção, ganho, gestação, lactação e produção de fibra.

Vários estudos utilizaram equações matemáticas para descrever as taxas de acréscimo de energia, proteína e minerais durante o crescimento fetal e nos produtos do útero grávido (COSTA et al., 2003; SAHLU et al., 2004; HARTER et al., 2016), segundo Resende et al., (2008) o mais aceito é a equação de Gompertz, a qual estima energia e nutrientes depositados em função da idade gestacional.

### **2.2.3 Exigências de Minerais**

Os minerais podem ser prioridade no manejo de pequenos ruminantes e apresentam função: estrutural (zinco), catalítica (cobre, ferro, manganês e zinco) e regulatória (SUTTLE, 2010). Apesar dos microminerais corresponderem com menos de 0,3% do total dos minerais depositados no corpo, apresentam papel importante no metabolismo energético, transporte de energia nas células e crescimento ósseo (MCDOWELL, 1992).

O ferro é o mais abundante micromineral no corpo e 60% esta na hemoglobina que transporta o oxigênio e o dióxido de carbono para os tecidos e pulmões (NRC, 2007). O ferro participa no metabolismo energético via ação do succinato desidrogenase no ciclo de Krebs. O ferro também possui efeito conectivo na formação do tecido e as peroxidases removem os oxidantes e aumentam a resistência contra doenças (NRC, 2007).

A função do manganês esta relacionada com várias metaloenzimas, incluindo a glicose transferase que participa na formação da cartilagem para o desenvolvimento ósseo e na formação da protrombina necessária para coagulação do sangue, importante



também na ativação das enzimas hidrolases e quinases, constituinte da arginase e piruvato carboxilase, atua no metabolismo de lipídeos (MCDONALD et al., 2010).

No citocromo C oxidase, que é necessária para a respiração aeróbia, cobre e ferro cooperam na redução do oxigênio (OSREDKAR e SUSTAR, 2011), lisil oxidase, enzima que participa da formação da elastina e do colágeno (OSREDKAR e SUSTAR, 2011), participa também do metabolismo da dopamina, norepinefrina, epinefrina e serotonina (NRC, 2007). O cobre também está envolvido no metabolismo do ferro (CHAN e RENNERT, 1980).

A importância do zinco está associada ao crescimento e a saúde dos animais, participa da síntese de vitamina A, o transporte de oxigênio, o metabolismo das proteínas e carboidratos, estão envolvidos em numerosas metaloenzimas, com maior importância na expressão gênica e no apetite (NRC, 2007). Favorece a integridade dos cascos, por acelerar a cicatrização das feridas, além de aumentar a velocidade de reparação do tecido epitelial e manter a integridade celular (PARDO et al., 2004). A deficiência em zinco pode causar inflamação da boca e nariz, cegueira, com hemorragia submucosa, descamação e rachaduras na pele, falha do balanço hídrico e de cátions; diminuição da concentração de vitamina A, paraqueratose (engrossamento e queratinização excessiva da pele) e inibição do crescimento testicular (SUTTLE, 2010).

As interações de minerais podem ser diretas quando estes competem pelo mesmo sítio de absorção, o excesso de um pode prejudicar a utilização do outro, e, indireta, quando o mineral depende do outro para transforma-se em sua forma ativa, portanto a deficiência pode acarretar uma disfunção (COUZY et al., 1993). O ferro pode interferir na biodisponibilidade do zinco, o impacto da suplementação com ferro em um grupo de gestantes foi estudado por O'Brien et al., (2000), que observaram que a suplementação de ferro diminuiu a absorção de zinco com mais de 50%, o que pode ter afetado adversamente o estado de zinco conforme evidenciado pela menor concentração plasmática deste mineral.

A retenção de minerais depende da composição do ganho, visto que maiores deposições de gordura reduzem as deposições de elementos inorgânicos reduzindo as exigências dos animais, já que as concentrações de minerais são maiores nos músculos e nos ossos do que no tecido adiposo (VELOSO et al., 2002)

O ARC (1980) relata que as exigências de minerais são estimadas e separadas pelo método fatorial, que estabelece as exigências líquidas, no qual as exigências de manutenção e crescimento são estimadas separadamente, constituindo-se juntas a exigência líquida total, e, posteriormente, as exigências dietéticas são obtidas dividindo-se a exigência líquida pela disponibilidade do elemento nas diversas fontes alimentares, encontrada a partir de ensaio de metabolismo.

Recentemente, grupos de pesquisas das universidades brasileiras vêm se mobilizando no sentido de estabelecer as exigências nutricionais para caprinos em condições locais, o que tem apontado algumas diferenças com os níveis estabelecidos em outros países. Todavia, como são utilizados basicamente animais mestiços, necessário se faz o estabelecimento das exigências nutricionais de grupos genéticos específicos, por existirem diferenças em relação ao porte do animal, nível de produção, regiões dentro do próprio país, entre outros fatores.

Souza et al. (2013) realizaram pesquisa com caprinos Canindé sob pastejo e obtiveram que a composição corporal ( $\text{mg kg}^{-1}$  PCV) variou de 8,47 a 9,09 mg de Zn; 13,54 a 13,77 mg de Fe; 6,34 a 6,36 mg de Mn e 3,78 a 5,10 mg de Cu, de 15 e 25 kg PC, respectivamente e as exigências líquidas para ganho ( $\text{mg kg}^{-1}$  PC ganho) foram estimadas pelo método do abate comparativo as quais variaram de 6,98 a 7,77 mg de Zn; 10,20 a 10,72 mg de Fe; 4,64 a 4,82 mg de Mn; e 4,28 a 5,96 mg de Cu para os animais com PV de 15 a 25 kg, respectivamente.

O balanceamento de rações e suplementos para determinados níveis de desempenho requerem o conhecimento das exigências nutricionais para as diferentes funções e para os diferentes níveis de desempenho (BOIN, 1995).

### **2.3 Caprinos na fase de Gestação**

A gestação é determinada geneticamente e pode ser modificada por fatores: maternal (idade da mãe), fetal (simples ou gemelar), genético (raça) e ambiental (estação do ano) segundo Jainudeen e Hafez, (2000).

As exigências de gestação consideram não apenas as necessidades do útero grávido, mas também o corpo materno, visto que ocorrem mudanças nas quantidades de

nutrientes necessários para que os processos vitais da fêmea permaneçam normais ao longo da gestação (RESENDE et al., 2008).

A capacidade de sobrevivência e o desenvolvimento do ganho de peso dos cabritos depende das condições nutricionais da genitora. Moulin (1991) destaca que deve ser dada atenção especial à fêmea gestante, principalmente no terço final da gestação, em função do maior desenvolvimento dos tecidos fetais. Segundo Hafez e Hafez (2004), para suprir a grande demanda nutricional ocorrida neste período, ocorrem ajustes metabólicos, que refletem na composição corporal, no consumo de nutrientes e de energia nas crias desses animais.

O ganho de peso das crias também pode ser influenciado pela composição genética dos animais, tipo de parto, problemas sanitários e, por fatores ambientais, que influenciam na disponibilidade de alimentos (MEDEIROS et al., 2004).

O incremento no peso de cabras durante a gestação é de aproximadamente 6 e 7 kg para as cabras com um e dois fetos, respectivamente (MELLADO et al., 2004). No entanto, o ganho de peso líquido (sem úbere e útero grávido) diminui no período de 100 a 140 dias de gestação. Desta forma, o tamanho e a função da placenta mudam continuamente, tendo o maior crescimento dos 50 aos 100 dias de gestação (FANDIÑO, 1989), sendo que, segundo Maynard e Loosli (1974), ao término da gestação, o peso da placenta não supera 20% do peso total dos produtos da concepção gestacional.

Outro evento que ocorre durante a gestação é o aumento do peso do úbere, o qual é estimulado por hormônios, e apresenta influência do número de fetos, sendo a essa diferença pouco perceptível até 50 dias de gestação. O aumento de peso deve-se ao teor de água que se eleva da fase inicial para final da gestação, sendo que a percentagem de água varia inversamente à percentagem de gordura. Por outro lado, a proporção de proteína permanece relativamente constante ao longo da gestação (FANDIÑO, 1989). Tais modificações na condição fisiológica e conseqüentemente na composição corporal de cabras em gestação, refletem em alterações nutricionais.

Costa (1996), trabalhando com cabras SRD gestantes observou que o peso médio fetal aos 50 dias de gestação situou-se entre 12 e 26 g, na gestação simples e gemelar respectivamente. Contudo, aos 100 e 140 dias, o peso médio do feto na gestação simples foi 51 e 57% inferior, respectivamente ao peso médio total dos fetos de gestação gemelar. Esse autor ainda relata que aos 100 e 140 dias de gestação, os

pesos médios dos fetos nas gestações simples, representaram 81 e 79% inferiores aos de gestação gemelar, respectivamente. Em outro estudo com exigências para cabras em gestação foram encontrados valores 302,6 e 185,1% menores de proteína bruta para cabras SRD gestantes com um e dois fetos, respectivamente (FANDIÑO, 1989), que os preconizados pelo NRC (1981).

No terço final da gestação, de acordo com Moulin (1991), a exigência de energia líquida para gestante com dois fetos é 66,3% maior, em comparação com gestação simples. Neste mesmo período, os valores de energia foram, em média, 16,95% acima da exigência de  $177,27 \text{ kcal EM/kg}^{0,75}$  recomendada pelo NRC (1981). Nesta fase a exigência média, para cada grama de peso de corpo vazio incorporado no corpo animal, é de 4,23 kcal (MOULIN, 1991). O NRC (1981) preconiza valores de 7,25 kcal de EM/grama de ganho. O terço final da gestação é crítico também por conta da maior ocupação da cavidade abdominal pelo feto, reduz a ingestão de MS, a qual somada a maior demanda de energia e proteína impõem a fêmea um período de balanço energético negativo.

## 2.4 Caprinos na fase de Crescimento

O crescimento dos cabritos necessita de alto níveis de exigências nutricionais. Quantitativamente, proteína e energia são consideradas importantes, mas os minerais e as vitaminas também devem ser fornecidos em quantidades adequadas para manter o equilíbrio e o balanço nutricional satisfatório para o máximo desempenho e crescimento corporal dos animais (NRC, 2007).

O crescimento pode ser definido como o aumento em tamanho e peso, pelo acúmulo de tecidos e de componentes químicos, em função do tempo. Porém, como o crescimento é o aumento de massa, inclui não só a multiplicação das células (hiperplasia), mas também o aumento quantitativo dos constituintes e das funções celulares (hipertrofia) e a incorporação de componentes específicos (OWENS et al., 1993).

Alguns fatores podem afetar o padrão de crescimento dos tecidos e a hierarquia de deposição definirá a composição corporal do animal em determinada fase da vida.

Dentre os fatores pode-se citar: categoria sexual, o peso (grau de maturidade) e plano de nutrição (ALMEIDA et al., 2016)

Os tecidos do corpo do animal desenvolvem-se de forma diferenciada (SANTOS et al., 2002). O maior interesse no estudo dos animais produtores de carne é o crescimento do tecido muscular, adiposo e ósseo. O crescimento animal caracteriza-se por uma curva sigmóide com aceleração da velocidade até a puberdade e diminui gradativamente até a maturidade.

Do nascimento à puberdade a curva é ascendente e altamente acelerada, se constituindo na fase com a melhor eficiência biológica do animal que, representa a relação existente entre o ganho de peso e o consumo de alimento.

Segundo Owens et al., (1993), embora a taxa de crescimento máximo seja definida geneticamente, os fatores nutricionais e hormonais podem limitar a taxa de crescimento e, alterar a maturidade, reduzir ou aumentar o teor de gordura da carcaça com um determinado peso. Os estimulantes ou inibidores de crescimento que alteram o tamanho e a composição do corpo podem revelar-se úteis para aumentar a eficiência de produção no rebanho animal.

### 3.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureau International. 159p. 1993.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **The Nutrition of Goats**. Wallingford, CAB INTERNATIONAL, 118p. 1998.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirement of ruminant livestock**. London; The Gresham Press, 351p. 1980.

ALMEIDA, A. K; RESENDE, K. T; ST-PIERRE, N; SILVA, S. P; SOARES D. C; FERNANDES, M. H. M. R; SOUZA, A. P; SILVA, N. C. D; LIMA, A. R. C; TEIXEIRA, I. A. M. A. Energy requirements for growth in male and female Saanen goats. **Journal of Animal Science**. v.93, p.3932–3940, 2015.

ALMEIDA, A. K; RESENDE, K. T; TEDESCHI, L. O; FERNANDES, M. H. M. R; REGADAS FILHO, J. G. L; TEIXEIRA, I. A. M. A. Using body composition to determine weight at maturity of male and female Saanen goats. **Journal of Animal Science**, v. 94, p.2564–2571. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE CAPRINOS - ABCC. Regulamento do Serviço de Registro Genealógico das Raças Caprinas. Recife/PE, 55 p. 2010.

BERG. R. T; BUTTERFIELD, R. M. **New Concepts of Cattle Growth**. New York: Sydney University, 240p. 1976.

BOIN, C. **Alguns dados sobre exigências de energia e de proteína de zebuínos**. In: Simpósio Internacional Sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, 1, Viçosa. Anais... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.457-466, 1995.

CHAN, W. Y; RENNERT, O. M. The Role of Copper in Iron Metabolism. **Annals of Clinical and Laboratory Science**, v. 10, n.4. p.338-344, 1980.

- COSTA, R. G. **Requerimentos de minerais para cabras em gestação**. 95f. 1996. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/FCAV, Jaboticabal, 1996.
- COSTA, R. G; RESENDE, K. T; RODRIGUES, M. T; ESPECHIT, C. B; QUEIROZ, A. C. Exigências de Minerais para Cabras durante a Gestação: Na, K, Mg, S, Fe e Zn. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.431-436, 2003.
- COUZY, F; KEEN, C; GERSHWIN, M. E; MARESCHI, J. P. Nutritional implications of the Interactions between Minerals. **Progress in Food & Nutrition Science**, v.17, p.65-87, 1993.
- FANDIÑO, B. A. R. **Exigências nutricionais de proteína de cabras em gestação**. 89 f. 1989. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1989.
- FERNANDES, M. H. M. R; RESENDE, K.T; TEDESCHI, L.O; TEIXEIRA, I. A. M. A; FERNANDES JUNIOR, J. S. Macromineral requirements for the maintenance and growth of Boer crossbred kids. **Journal of Animal Science**. v.90, p.4458–4466, 2012.
- GIRARD, J; FERRE, P; DUEE, P.H. Adaptations of glucose and fatty acid metabolism during perinatal period and suckling-weaning transition. **Physiological Reviews**, v.72, n.2, p.507-562, 1992.
- HAFEZ, E.S.E; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. Tradução: original Renato Campanarut Barnabé - Barueri, SP. 7ª ed, 513p. 2004.
- HARTER, C. J; ELLIS, J. L; FRANCE, J; RESENDE, J. T; TEIXEIRA, I. A. M. A. Net energy and protein requirements for pregnancy differ between goats and sheep. **Journal Animal Science**, v. 94, p.2460–2470, 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. [2015]. Censo Agropecuário 2015. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2015\\_v43\\_br.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf)> Acesso em: 02/02/2017.
- JAINUDEEN, M. R., HAFEZ, E. S. E. Gestation, prenatal physiology and parturition. In: HAFEZ, E.S.E., HAFEZ, B. (Eds.), **Reproduction in Farm Animals**, 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, p.140–155. 2000.

- LIMA, P.J.S. **Caracterização demográfica e estado de conservação dos rebanhos caprinos nativos no estado da Paraíba**. 61 f. 2005. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB, 2005.
- LOFGREEN, G.P; GARRET, W.N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, p.793-806, 1968.
- LUNA-OROZCO, J. R; MEZA-HERRERA, C.A; CONTRERAS-VILLARREAL, V; HERNÁNDEZ-MACÍAS, N; ANGEL-GARCIA, O; CARRILLO, E; MELLADO, M; VÉLIZ-DERAS, F. G. Effects of supplementation during late gestation on goat performance and behavior under rangeland conditions. **Journal of Animal Science**, v. 93;p.4153–4160, 2015.
- MAYNARD, L. A; LOOSLI, J. K. **Nutrição Animal**. Rio de Janeiro: USAID,. 550p. 1974.
- MCDOWELL, L. R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**. Academic Press Inc., New York, 524p, 1992.
- MCDOWELL, P; EDWARDS, R. A; GREENHALGH, J. F. D; MORGAN, C. A; SINCLAIR, L. A; WILKINSON, R. G. **Animal Nutrition**, 7th edition, Pearson, 714p. 2010.
- MEDEIROS, A. N; RESENDE, K. T; TEIXEIRA, I. A. M. A; ARAUJO, M. J; YANEZ, E. A; FERREIRA, A. C. D. Energy Requirements for Maintenance and Growth of Male Saanen Goat Kids. **Asian Australasian Journal Animal Science**, v.27, p.1293-1302, 2014.
- MEDEIROS, G. R; PIMENTA FILHO, E. C; SOUSA, W. H; BRITO, E. A. Peso à cobrição e ganho de peso durante a gestação de cabras nativas, exóticas e mestiças no semiárido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1711-1720, 2004 (Sup.1).
- MELLADO, M.; GARCÍA, J. E.; LEDEZMA R; MELLADO, J. Prediction of goat litter size using body measurements. **Interciencia**, v.29, n.12. p.698-701, 2004.
- MISRA, A. K; KHUB, S. Effect of water deprivation on dry matter intake, nutrient utilization and metabolic water production in goats under semi-arid zone of India. **Small Ruminant Research**, v. 46, p. 159-165, 2002.



- MORAND-FEHR, P; DOREAU, M. Ingestion et digestion chez les ruminants soumis à um stress de chaleur. **INRA Production Animal**, v.14, p.15-27, 2001.
- MOULIN, C. H. S. **Exigências energéticas de cabras em gestação**. 110f, 1991. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed., Washington: National Academy Press, 242 p. 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Domestic Animals: Nutrient Requirements of sheep**. Washington D.C.: National Academy Press: 6. ed., 99p. 1985.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants. Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids**. National Academy Press, Washington, DC. 362p. 2007.
- NATIONAL.RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of domestic animals: nutrient requirement of goats**. Washington, D.C. 91, p.1981.
- NELSON, D. L.; COX, M. **Lehninger- Princípios de Bioquímica**. 6ªed. São Paulo, Artmed Grupo A, 1271p. 2014.
- O'BRIEN, K. O; ZAVALETA, N; CAULFIELD, L. E; WEN, J; ABRAMS, S. A. Prenatal iron supplements impair zinc absorption in pregnant peruvian women. **The Journal of Nutrition**, p. 2251-2255, 2000.
- OSREDKAR, J; SUSTAR, N. Copper and Zinc, Biological Role and Significance of Copper/Zinc Imbalance. **Journal Clinical Toxicology**. v.3, n.1, p.02-18, 2011.
- OWENS, F. N; DUBESKI, P; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 11, p. 3138- 3150, 1993.
- PARDO, P.E; NETO, H.B; CHIACCHIO, S.B; NAGOSHI, M; PADILHA, P. M. Determinação de zinco da sola do casco de bovinos leiteiros com ou sem lesões podais, suplementados ou não com levedura seca de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1501-1504, 2004.

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. Goiânia. Anais. Goiânia: SBZ: Universidade Federal de Goiás, p.114-135, 2005.

RESENDE, K.T; SILVA, H.G.O; LIMA, L.D; TEIXEIRA, 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.

RIBEIRO, M. N; PIMENTA FILHO, E. C. **Impacto de la Introducción de Razas Europeas a Brasil sobre la Producción Caprina**. In: Reunión Nacional sobre Caprinocultura, XVIII, 2003, Puebla. Memórias...Puebla: Benemérita Universidade Autónoma de Puebla, p. 2215-2223, 2003.

SAHLU, T; GOETSCH, A. L; LUO, J; NSAH LAI, I. V; MOORE, J. E., GALYEAN, M. L; OWENS, F. N; FERRELL, C. L; JOHNSON, Z. B. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. **Small Ruminant Research**. v. 53, p. 191-219, 2004.

SAKOMURA, N. K; ROSTAGNO, H.S. **Métodos dose-resposta para determinar exigências nutricionais**. In. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep/Unesp, p.157-194, 2007.

SANTOS, E. D. G; PAULINO, M. F; LANA, R. P; VALADARES FILHO, S. C; QUEIROZ, D. S. Influência da suplementação com concentrados nas características de carcaça de bovinos F1 Limousin - Nelore, não-castrados, durante a seca, em pastagens de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p. 1823-1832, 2002.

SANZ SAMPELAYO, M. R; MOUNOZ, F. J; LARA, L; EXTREMERA, F; BOZA, J. Factors affecting pre- and post-weaning growth and body composition in kid goats of the Granadina breed. **Animal Production**, v. 45, p. 233-238, 1987.

SILVA SOBRINHO, A. G.; MACHADO, M. R. F.; GASTALDI, K. A. G; GARCIA, C. A. Efeito da relação volumoso: concentrado e do peso ao abate sobre os componentes da perna de cordeiros Ile de France x Ideal confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.1017-1023, 2002.

SILVA, J. J. F. C; TORQUATO, J. L; SÁ FILHO, G. F; SOUZA JUNIOR, J. B. F; COSTA, L. L. M. Evaporação cutânea e respostas fisiológicas de caprinos Canindé em ambiente equatorial semiárido. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.1, n.1, p.13-16, 2013.

SILVA, M. C; BRITO, I. F.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; ANDRIOLI, A.; BRASIL, D. F.; SALES, F. A. L. Influência das variáveis ambientais sobre as características quantitativas do sêmen de caprinos das raças Canindé e Moxotó. In: Anais... VI Congresso Nordestino de Produção Animal. Mossoró, RN. 2010.

SOUZA, C. M. S; MEDEIRO, A. N; COSTA, R. G. SALES, E. P; SILVA, A. M. A. LIMA, V. Micromineral nutritional requirements for weight gain in Canindé goats under grazing in the brazilian semiarid. **Acta Scientiarum, Maringá**, v. 35, n. 2, p. 173-179, 2013.

SUTTLE, N. F. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 4 th. Edition Midlothian, UK, 587 p. 2010.

TAMEEM ELDAR, A. A; ELAMIN K. M; AMIN A. E; HASSAN H. E. Comparison of slaughter, carcass values of Sudan ecotypes goats fed different levels of energy/protein. **Online Journal of Animal and Feed Research**, v.2, n.4, p. 388-393, 2012.

VELOSO, C. M.; VALADARES FILHO, S. C.; GESULADI JUNIOR, A; SILVA, F. F; PAULINO, M. F; VALADARES, R. F. D; CECON, P. R; PAULINO, P. V. R. Eficiência de Utilização da Energia Metabolizável para Manutenção e Ganho de Peso e Exigências de Energia Metabolizável e de Nutrientes Digestíveis Totais de Bovinos F1 Limousin x Nelore Não-Castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1286-1293, 2002.

WU, G; BAZER, F. W; WALLACE, J. M. SPENCER, T. E. BOARD-INVITED REVIEW: Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences. **Journal Animal Science**, v. 84, p. 2316–2337, 2006.

## **CAPÍTULO I**

---

### **Exigência Líquida de Energia e Proteína de Cabras Moxotó em Gestação**

## Exigência Líquida de Energia e Proteína de Cabras Moxotó em Gestação

### RESUMO

Objetivou-se com este trabalho estimar a exigência líquida de energia e proteína de cabras Moxotó em gestação. Foram utilizadas 77 cabras multíparas, com peso corporal (PC) médio inicial de  $27,11 \pm 5,01$  kg da raça Moxotó. Para determinação da composição corporal, de acordo com a metodologia do abate comparativo, no início do experimento, sete cabras não gestantes foram abatidas para servirem como referência para as estimativas de peso de corpo vazio (PCVZ) e composição corporal inicial dos 70 animais remanescentes, os quais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com um arranjo fatorial 3x2x3 (três períodos de gestação, dois tipos de fetos e três níveis de restrição), sendo quatro repetições por tratamento. Os tratamentos consistiram de dietas com 3 níveis de restrição alimentar (*ad libitum* (0%), 20% e 40%), número de fetos (1 e 2) e dias de gestação (50, 100 e 140). Os abates foram realizados de acordo com os dias de gestação. As exigências de energia metabolizável de manutenção para cabras Moxotó com um e dois fetos 61.07 e 71.89 kcal/PC<sup>0.75</sup>/dia, respectivamente. As exigências de proteína metabolizável de manutenção para um e dois fetos 2.2 e 2.5 g/PC<sup>0.75</sup>, respectivamente. As exigências líquidas de energia de gestação para 50, 100 e 140 dias foram: 1.36, 1.44 e 1.48 para 1 feto e para 2 fetos 2.27, 2.62 e 2.82, respectivamente. As exigências líquidas de energia e proteína foram menores que as preconizadas pelos sistemas internacionais de alimentação. Os resultados apresentados nessa pesquisa podem ajudar a formular dietas mais equilibradas para cabras Moxotó na fase de gestação, além da manutenção adequada nas reservas corporais das cabras gestantes.

**Palavras chave:** animais nativos, gestação, manutenção, utero grávido

## Net Energy and Protein Requirements of Pregnant Moxotó Goats

### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the net requirement of energy and protein for pregnant of Moxotó goats. Were used 77 multiparous goats, with initial body weight (BW) averaging  $27.12 \pm 5.01$  kg. For determination of body composition, in accordance with the methodology of comparative slaughter, at the beginning of the experiment, seven non-pregnancy goats were slaughtered to serve as reference for the estimates of empty body weight (EBW) and initial body composition of the 70 remaining animals, which were distributed in design completely randomized in a 3x2x3 factorial arrangement (three periods of gestation, two types of fetuses and three restriction levels) with four replications per treatments. The treatments consisted of three restriction diets (*ad libitum*, 20% e 40%), fetuses number (1 and 2) and pregnancy days (50, 100 e 140). The slaughtering was performed according to the days of gestation. The metabolizable energy requirements for maintenance of Moxotó goats with one and two fetuses 61.07 and 71.89 kcal/PC<sup>0.75</sup>/day, respectively. The metabolizable protein requirements for maintenance to one and two fetuses 2.2 and 2.5 g/PC<sup>0.75</sup>, respectively. The net energy requirements of pregnant for 50, 100 and 140 days were: 1.36, 1.44 and 1.48 for 1 fetus and for 2 fetuses 2.27, 2.62 and 2.82, respectively. The net energy and protein requirements were lower than those recommended by international food systems. The results presented in this research can help to formulate more balanced diets for Moxotó goats in the pregnant phase, besides the adequate maintenance in the body reserves of the pregnant goats.

**Key words:** indigenous goats, maintenance, pregnant, pregnant uterus

## 1.0 INTRODUÇÃO

As atividades metabólicas são essenciais em todos os organismos para a existência da vida. Assim, uma alimentação equilibrada fornece o potencial energético necessário para o desempenho das funções vitais do corpo, sendo que a demanda energética e protéica necessárias para o desempenho das atividades vitais depende do estágio de crescimento e desenvolvimento de cada ser vivo.

Cada fase do ciclo produtivo do animal tem a sua devida importância, o período de gestação é importante devido as transformações que ocorrem no corpo da fêmea ([OLTJEN et al., 2013](#)). Neste período, a nutrição influencia a fertilidade dos ruminantes diretamente pelo fornecimento de nutrientes específicos necessários para os processos de estabelecimento da gravidez e desenvolvimento fetal ([ROBINSON et al., 2006](#)).

Durante a gestação, paralelo ao crescimento dos tecidos, o útero grávido e a glândula mamária têm fundamental importância para a sobrevivência da cria, ([KNIGHT, 2000](#)), sendo que a energia e a proteína retida nestes produtos representam as exigências líquidas para gestação. Em geral, a retenção energética ocorre de modo exponencial ao longo dos dias, com maior intensidade no terço final ([HAFEZ e HAFEZ, 2003](#)).

Apesar do grande número de pesquisas e dos avanços alcançados com as exigências nutricionais de caprinos nativos da raça Moxotó ([ARAUJO et al., 2010](#)), o período de gestação possui grandes lacunas a serem preenchidas para melhorar o sistema de alimentação dessa espécie. O NRC (2007) é o sistema de alimentação mais recente para caprinos e foi realizado com base em animais com raças exóticas adaptadas a clima temperado. Porém, os animais nativos do Brasil são adaptados a outro tipo de clima, conseqüentemente, podem apresentar menores exigências nutricionais, devido ao seu porte e as características de rusticidade.

Assim, este trabalho foi desenvolvido para confirmar ou rejeitar a hipótese de que cabras nativas da raça Moxotó criadas em clima tropical apresenta exigências protéicas e energéticas diferentes das apresentadas pelos sistemas de exigências nutricionais internacionais e com objetivo de estimar as exigências líquidas de energia e proteína de manutenção para cabras Moxotó em gestação.

## 2.0 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local do experimento e Animais

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de São João do Cariri, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba - CCA/UFPB, localizada no município de São João do Cariri – PB, entre as coordenadas 7° 23' 27" de Latitude Sul e 36° 31' 58" de Longitude Oeste no semiárido nordestino. O experimento foi conduzido de acordo com o comitê de ética da universidade.

Foram utilizadas 77 cabras da raça Moxotó, com peso (PC) médio inicial de  $27.12 \pm 5.01$  kg. Inicialmente, os animais foram identificados com brincos, vermifugados e vacinados contra clostridiose (Ivomec, Merial, Duluth, GA) e distribuídos em baias coletivas providos de cocho, para fornecimento de ração, e água a vontade.

Após um período de adaptação por cerca de cinco meses em função das diferenças na fase produtiva e condição corporal, para determinação da composição corporal, de acordo com a metodologia do abate comparativo, sete animais foram abatidos para servirem como referência para as estimativas do peso de corpo vazio (PCVZ) e composição corporal inicial dos 70 animais remanescentes, os quais foram selecionados com no mínimo uma parição, glândula mamária em ótimo estado, no final da gestação ou recém-paridas.

À medida que as cabras atingiram escore de condição corporal entre 2,0 e 3,0 pontos, foram submetidas à sincronização de cio através de um protocolo com oito dias de duração: no primeiro dia foi colocado o dispositivo intravaginal impregnado com progesterona sintética (Progespon<sup>®</sup>) e aplicado 0,5mL de agente luteolítico (d-Cloroprostenol, Prolise<sup>®</sup>), sete dias após, foram retirados os dispositivos intravaginais e aplicado 1,0 mL de gonadotrofina coriônica equina (eCG), via intramuscular (Novormon 5000<sup>®</sup>). As cabras ciclaram no oitavo dia, cerca de 24 horas após a aplicação da eCG, foram utilizados dois reprodutores da mesma raça para fazer a cobertura das fêmeas.



Trinta dias após a cobertura realizou-se um diagnóstico de gestação e a contagem do número de fetos, por meio de ultrassonografia via transretal. Assim, as 70 cabras Moxotó foram alocados em baias individuais, providas de cochos e bebedouros.

## 2.2 Dieta experimental e manejo alimentar

A ração foi formulada segundo as recomendações do NRC (2007) para caprinos nativos em gestação, com 10g/kg de proteína bruta (PB) e 2,49 Mcal de energia metabolizável (EM), com a proporção de 600:400g/kg para volumoso e concentrado, respectivamente. O volumoso utilizado foi o feno de tifton 85 e o concentrado a base grão de milho triturado, farelo de soja, suplemento mineral e calcário calcítico (Tabela 1). Os tratamentos consistiram de dietas com 3 níveis de restrição alimentar: *ad libitum*, 20% e 40% e, número de fetos (1 e 2) e dias de gestação (50, 100 e 140), as 70 cabras foram distribuídas nas 3 fases de gestação, sendo 4 repetições por números de fetos.

O arraçoamento dos animais foi realizado duas vezes ao dia, às 7 h e às 15 horas, sendo ajustadas diariamente em torno de 15% das sobras para os animais *ad libitum*. O ajuste da ração dos caprinos submetidos à restrição foi em função do consumo do dia anterior dos animais *ad libitum*. Durante o período experimental, foram coletadas semanalmente amostras dos ingredientes, da ração e das sobras, sendo pesadas, identificadas e acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer a -10 °C para formar, posteriormente, uma amostra composta/animal/tratamento para posterior análise. Os animais consumiram água à vontade.

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes da ração experimental.

(Continua)

Item (g/kg)	Feno de tifton	Milho moído	Farelo de soja
Matéria seca	870	869	878
Matéria mineral	75,5	19,0	62,1
Proteína bruta	63,2	85,4	475
Extrato etéreo	21,1	46,2	20,2
Fibra em detergente neutro cp <sup>1</sup>	740	138	111
Fibra em detergente ácido	426	42,4	70,3

<sup>1</sup>Corrigida para cinzas e proteína.

Tabela 1. Ingredientes e composição bromatológica da ração experimental

(Continuação)

Ingrediente	g/kg de MS
Feno de tifton 85	600
Milho moído	280
Farelo de soja	95,0
Calcário calcítico	15,0
Suplemento mineral <sup>1</sup>	10,0
Composição química	(g/kg de MS)
Matéria seca (g/kg alimento)	873
Proteína bruta	107
Extrato etéreo	27,5
Fibra em detergente neutro cp <sup>2</sup>	493
Fibra em detergente ácido	274
Nutrientes digestíveis totais	655
Valor energético	(Mcal/kg de MS)
Energia metabolizável	2,49

<sup>1</sup>Suplemento mineral (nutriente/kg de suplemento): vitamina A 135.000,00 U.I.; Vitamina D3 68.000,00 U.I.; vitamina E 450,00 U.I.; Ca 240 g; P 71 g; K 28,2 g; S 20 g; Mg 20 g; Cu 400 mg; Co 30 mg; Cr 10 mg; Fe 2500 mg; I 40 mg; Mn 1350 mg; Se 15 mg; Zn 1700 mg; F máximo 710 mg; Solubilidade do Fósforo (P) em Ácido Cítrico a 2% (min.). <sup>2</sup>Corrigida para cinzas e proteína.

### 2.3 Ensaio de digestibilidade

O ensaio de digestibilidade foi realizado em três períodos distintos: dos 35 aos 50 dias (terço inicial da gestação), dos 85 aos 100 dias (terço médio da gestação) e dos 125 aos 140 dias (terço final da gestação), sendo utilizadas as cabras que foram abatidas aos 140 dias de gestação. Cada período consistiu em 10 dias para adaptação dos animais às gaiolas e 5 dias para coleta de material. Todas as cabras foram pesadas antes e após o término de cada ensaio de digestibilidade, sempre antes do fornecimento matinal de alimentos. As gaiolas eram providas de comedouro, bebedouro e dispositivo para coletas separadas de fezes e urina.

Nas coletas de urina, foram utilizados baldes contendo 100 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> na concentração de 20 mL/100 mL para conservar o nitrogênio da urina e acidificar o meio para evitar proliferação microbiana. Os baldes foram cobertos com um pano filtrante para evitar a contaminação da urina com material externo.

Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com Sniffen et al., (1992):

$$\text{CNF} = 100 - (\text{FDN}_{\text{cp}} + \text{PB} + \text{EE} + \text{MM}) \quad \text{Eq. [1]}$$

em que CNF = carboidratos não-fibrosos (%); FDN = fibra solúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (%), PB = proteína bruta (%), EE = extrato etéreo (%) e MM = matéria mineral (%).

O consumo de nutriente digestível total (NDT) foi obtido de acordo com a equação proposta por Weiss, (1999):

$$\text{NDT} = \text{PB}(\text{dig}) + \text{CNF}(\text{dig}) + \text{FDN}(\text{dig}) + \text{EE}(\text{dig}) \times 2,25 \quad \text{Eq. [2]}$$

em que NDT = consumo de nutrientes digestíveis torais (kg/dia), PB(dig) = consumo de proteína bruta digestível (kg/dia), CNF(dig) = consumo de carboidratos não fibrosos (kg/dia), FDN(dig) = consumo de fibra solúvel em detergente neutro (kg/dia) e EE(dig) = consumo de extrato etéreo (kg/dia).

O consumo de energia digestível (CED) foi obtido pela fração digestível de cada nutriente pelo valor calórico, segundo NRC, (2001):

$$\text{CED} = 5,6 \times \text{PB}(\text{dig}) + 4,2 \times \text{CNF}(\text{dig}) + 4,2 \times \text{FDN}(\text{dig}) + 9,4 \times \text{EE}(\text{dig}) \quad \text{Eq. [3]}$$

em que CED = consumo de energia digestível (kcal/dia), PB(dig) = consumo de proteína bruta digestível (kg/dia), CNF(dig) = consumo de carboidratos não fibrosos (kg/dia), FDN(dig) = consumo de fibra solúvel em detergente neutro (kg/dia) e EE(dig) = consumo de extrato etéreo (kg/dia).

Para o cálculo do consumo de energia metabolizável (CEM), o CED foi multiplicado por 0,82 de acordo com o NRC (2000).

O consumo de proteína metabolizável (CPM) foi estimado como sendo o consumo de proteína microbiana (PBmic) mais o consumo de proteína não degradável no rúmen CPNDR. A proteína microbiana foi calculada a partir do consumo de NDT, sendo 63,9 g de PB/kg NDT, segundo Carvalho et al., (2010), a proteína degradável no rúmen (PDR, g/dia) foi calculada como  $1.11 \times \text{Pbmic}$ , segundo Valadares Filho et al., (2010), mas Valadares Filho et al., (2016) ignoraram esse coeficiente de ineficiência 1.11, assim, as exigências de PDR foram consideradas iguais à síntese de PBmic. Com isso, o consumo de PNDR foi estimado pela diferença entre o consumo de PB e o consumo de PDR. Assim, o CPM foi obtido pela equação:

$$\text{CPM} = (\text{PBmic} \times 0.64) + (\text{CPNDR}/0.80). \quad \text{Eq. [4]}$$

em que CPM = consumo de proteína metabolizável (g/dia), PBmic= consumo de proteína microbiana (g/dia) e CPNDR= consumo de proteína não degradável no rúmen (g/dia).

#### *2.4 Procedimentos e técnicas para o abate*

Os animais foram pesados semanalmente em jejum, antes do fornecimento da ração pela manhã para o acompanhamento do ganho de peso corporal e quando os animais atingiram os dias de gestação (50, 100 e 140) foram abatidos. O período experimental teve duração de 22 meses.

Antes do abate, os animais foram pesados, submetidos a jejum de sólidos por 18 horas e novamente pesados para obtenção do peso corporal no jejum (PCj). Após insensibilização com uma pistola de dardo cativo, suspendeu o animal e através de um corte na veia jugular e artéria carótida, o sangue foi coletado, procedendo-se a esfolia e evisceração. O trato gastrointestinal (TGI) foi separado, pesado cheio e, em seguida, esvaziado, lavado e após escorrimento da água foi novamente pesado para que juntamente com o peso dos órgãos, componentes do corpo (carcaça, cabeça, patas, sangue e couro) e componentes de gestação (utero gravídeo e glandula mamária) fosse determinado o PCVZ. Logo o peso de PCVZ consiste na diferença entre o PCj e o conteúdo do TGI, da vesícula biliar e da bexiga.

Todos os órgãos (coração, rins, fígado, baço, pulmão e pâncreas), trato gastrintestinal (rúmen-retículo, omaso, abomaso, duodeno, jejuno, íleo, ceco, colón), gorduras (gordura renal, gordura pericárdica, gordura omental, gordura mesentérica e gordura abdominal) e componentes de gestação (útero gravídeo, fluidos e glandula mamária). Todas as partes foram colocadas em sacos plásticos previamente identificados e, congelados a -10°C. O couro foi cortados em tiras e amostrado. A carcaça de cada animal foi resfriada por 24 horas a 5°C e, em seguida, pesada e cortada em serra de fita sobre a linha média dorsal a fim de utilizar a meia carcaça direita para determinação da composição química.

O trato gastrointestinal (TGI), a bexiga e a vesícula biliar foram esvaziadas, e pesados para determinação do peso corporal vazio dos animais não gestante (PCVZng)

= Carcaça quente + cauda + sangue + órgãos internos + TGI vazio + gorduras internas + pele + cabeça + patas.

Para determinar o peso de corpo vazio das cabras gestantes foi utilizado o PCVZng adicionado com os produtos da gestação (GEST) obtidos pela seguinte equação:

$$\text{GEST} = ((\text{Utero gestante} - \text{utero não gestante}) + (\text{glandula mamária gestante} - \text{glandula mamária não gestante})) \quad \text{Eq. [5]}$$

em que GEST= produtos da gestação (proteína e energia).

### *2.5 Preparação de amostras e análises laboratoriais*

Todas as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal da Paraíba, Campus Areia-PB.

As coletas dos ingredientes da dieta experimental, ração oferecida, sobras e fezes foram pré-secas em estufa de circulação de ar forçada a 55°C e moídas (Willey®, Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil) a granulometria de 1 mm. Após este procedimento, foram realizadas análises de: matéria seca (MS, AOAC, 2005, método 930.15), extrato etéreo por meio da extração da gordura com éter etílico em aparelho Soxhlet (EE, AOAC, 2005 método 920.39) (Modelo TE-044-8/50, Tecnal, São Paulo, Brasil), proteína bruta (PB, AOAC, 2005, método 984.13) (Modelo TE-0364, Tecnal, São Paulo, Brasil), matéria mineral (MM, AOAC, 2005, método 942.05). Para determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), utilizou-se a metodologia determinada por Van Soest et al., (1991) em aparelho ANKOM220® (Ankom Technology Corporation), com modificações nos sacos, que foram confeccionados com TNT (tecido não tecido) de gramatura 100 g/m<sup>2</sup>. As amostras de FDN foram corrigidas para cinzas e proteína, conforme recomendações de Licitra et al., (1996) e Mertens (2002), respectivamente. A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica adiabática de Parr (Modelo 1341, Parr Instrument Company, Illinois, Estados Unidos).

A meia carcaça direita, órgãos, cabeça, patas, sangue, fetos, a composta do útero e as amostras de couro de cada animal foram trituradas e moídas separadamente

em moinho tipo Cutter (Modelo MCR 22, G. Paniz, Rio Grande do Sul, Brasil) homogeneizadas, identificadas, retiradas amostras representativas em placas de Petri para realização das análises e armazenadas em freezer a -10 °C.

Posteriormente, as amostras da carcaça foram desidratadas em liofilizador (Modelo L101, Liotop®) a -40 e -60 °C por 48 horas. Em seguida, foram desengordurados por meio da extração da gordura com éter etílico em aparelho Soxhlet (EE, AOAC, 2005 método 920.39) (Modelo TE-044-8/50, Tecnal, São Paulo, Brasil). O resíduo, após a extração de gordura, foi colocado em estufa a 55 °C por uma hora e processados em moinho de bola (modelo MA350, Marconi, São Paulo, Brasil), e então analisado o teor de proteína bruta (PB, AOAC, 2005, método 984.13) (Modelo TE-0364, Tecnal, São Paulo, Brasil). Para determinação do teor de matéria seca, uma parte de cada amostra pré-seca foi colada em placas de alumínio em estufa a 105°C por 24 horas (MS, AOAC, 2005, método 930.15).

O teor de água, gordura e proteína do corpo vazio foi determinado em função da proporcionalidade e do teor do mesmo nos componentes (couro, carcaça, órgãos, cabeça, patas, sangue e componentes da gestação) analisados separadamente e então somados, totalizando 100% do peso de corpo vazio (PCVZ).

## *2.6 Composição corporal inicial e cálculo das exigências nutricionais*

Com base nos sete animais referência (abatidos no início do experimento) foi estimado o peso de corpo vazio inicial dos animais submetidos aos níveis de restrição alimentar.

As retenções de energia e proteína no corpo e nos componentes de gestação foram obtidas pela técnica do abate comparativo, a retenção total de energia e proteína das cabras foi o somatório da retenção corporal com a retenção da gestação.

As exigências de energia e proteína foram obtidas pelo método fatorial (ARC, 1965).

O modelo matemático alométrico não linear foi utilizado para estimar a dinâmica da retenção de energia e proteína dos componentes de gestação (equações [6] e [7]) e do corpo (equações [8] e [9]):

$$\text{Para 1 feto: } CR_{tm} = \beta \times \text{Dias}^{\beta_2} \quad \text{Eq. [6]}$$

$$\text{Para 2 fetos } CR_{tm} = (\beta_0 + \beta_1) \times \text{Dias}^{(\beta_2 + \beta_3)} \quad \text{Eq. [7]}$$

$$\text{Para 1 feto: } CR_{tc} = \beta_0 \times \text{PCVZ}_{ng}^{\beta_2} \quad \text{Eq. [8]}$$

$$\text{Para 2 fetos } CR_{tc} = (\beta_0 + \beta_1) \times \text{PCVZ}_{ng}^{(\beta_2 + \beta_3)} \quad \text{Eq. [9]}$$

em que  $CR_{tm}$ =componente retido no tecido materno (proteína e energia),  $CR_{tc}$ =componente retido no tecido corporal (proteína e energia), Dias=dias de gestação,  $PCVZ_{ng}$ = peso de corpo vazio dos animais não gestante e  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  são os parâmetros da regressão.

A exigência de energia líquida para manutenção ( $EL_m$ ), foi calculada a partir do intercepto ( $\beta_0$ ) da regressão exponencial entre a produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM), o modelo utilizado foi o seguinte:

$$\text{Para 1 feto: } PC = \beta_0 \times \exp^{(CEM \times \beta_2)} \quad \text{Eq. [10]}$$

$$\text{Para 2 fetos: } PC = (\beta_0 + \beta_1) \times \exp^{(CEM \times (\beta_2 + \beta_3))} \quad \text{Eq. [11]}$$

em que PC = produção de calor, CEM = consumo de energia metabolizável e  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  são os parâmetros da regressão.

$$\text{Para 1 feto } EL_m = \beta_0 \quad \text{Eq. [12]}$$

$$\text{Para 2 fetos } EL_m = \beta_0 + \beta_1 \quad \text{Eq. [13]}$$

A exigência de energia metabolizável de manutenção ( $EM_m$ ) foi determinada pelo método iterativo do modelo não linear apresentado na Eq. [12] e [13], sendo a  $EM_m$  estimada como sendo o valor em que a PC é igual ao CEM e o  $\beta_2$  a eficiência de energia na manutenção ( $k_m$ ).

$$EM_m = EL_m / k_m \quad \text{Eq. [14]}$$

em que  $EM_m$ = energia metabolizável de manutenção,  $EL_m$ = energia líquida de manutenção e  $k_m$ = eficiência de energia na manutenção.

A exigência de proteína líquida de manutenção ( $PL_m$ ) foi calculada pela regressão entre o nitrogênio retido (NR) e o consumo de nitrogênio (CN) e multiplicado por 6.25, o modelo utilizado foi o seguinte:

$$NR = \beta_0 \times CN + \beta_2 \quad \text{Eq. [15]}$$

em que NR = nitrogênio retido ( $g/PC^{0.75}$ ), CN = consumo de nitrogênio ( $g/PC^{0.75}$ ) e  $\beta_0$  e  $\beta_2$  são os parâmetros da regressão.

A exigência de proteína metabolizável de manutenção ( $PM_m$ ) foi calculada pelo modelo de regressão entre o nitrogênio retido (NR) e o nitrogênio absorvido (NA)

multiplicado por 6.25, sendo o  $\beta_2$  a eficiência de proteína de manutenção ( $z_m$ ). Assim, a  $PM_m$  foi calculada de acordo com as seguintes equações:

$$NR = \beta_0 \times NA + \beta_2 \quad \text{Eq. [16]}$$

$$PM_m = PL_m / z_m \quad \text{Eq. [17]}$$

em que NR = nitrogênio retido ( $g/PC^{0.75}$ ), NA= nitrogênio absorvido ( $g/PC^{0.75}$ ),  $\beta_0$ , e  $\beta_2$  são os parâmetros da regressão,  $PM_m$  =proteína metabolizável de manutenção,  $PL_m$ = proteína líquida de manutenção e  $z_m$  = eficiência de proteína na manutenção

A predição da composição corporal foi obtida por meio da equação alométrica logaritimizada, que tem como variável dependente a quantidade do componente (proteína, gordura, água, cinzas e energia) presente no corpo vazio e variável independente o PCVZ (ARC, 1980).

$$\text{Log}_{10}(\text{peso do componente, kg}) = a + b \times \text{log}_{10}(\text{PCVZ, kg}). \quad \text{Eq [18]}$$

em que o peso do componente/kg é o valor de proteína ou energia retida e PCVZ = peso de corpo vazio.

## 2.7 Delineamento experimental e análise estatística dos dados

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com esquema fatorial  $3 \times 2 \times 3$  (três fases gestacionais, dois tipos de fetos e três níveis de alimentação).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando PROC MIXED no SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2, 2009). Os dados foram ajustados pelo método dos quadrados mínimos ordinários com o comando LSMEANS. Uma partição ortogonal do efeito do tratamento em efeitos de grau linear e quadrático foi obtida após uma análise de variância ( $\alpha = 0.05$ ). As regressões lineares foram ajustadas usando PROC REG do SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2, 2009). Utilizou-se o modelo de regressão não-linear para estimar as exigências de energia e proteína para manutenção ajustando os modelos com o procedimento NLIN do SAS (Statistical Analysis System, Versão 9.2, 2009).



### 3.0 RESULTADOS

#### 3.1 Composição corporal e o peso de corpo vazio inicial

O intercepto da regressão linear entre o PC<sub>i</sub> (peso corporal inicial, kg) e o PCVZ<sub>i</sub> (peso de corpo vazio inicial, kg) não foi diferente de zero ( $P > 0.05$ ). Dessa forma os dados foram contrastados por meio de equação linear sem intercepto, a equação obtida foi a seguinte:

$$PCVZ_i = 0.77(\pm 0.21) \times PC_i \quad \text{Eq. [19]}$$

A composição corporal (Tabela 2) para os dados de GMD e GPCVZ não foram significativo ( $P > 0.05$ ), o escore corporal (ECC) foi significativo ( $P < 0.05$ ) para restrição, fetos e dias de gestação. A composição corporal de água, energia e proteína foram significativos ( $P < 0.05$ ) para os níveis de restrição, fetos e dias de gestação. Para o tecido materno ocorreu diferença em função da restrição alimentar apenas para água e proteína, sendo que apresentou numericamente maior para 140 dias de gestação e para animais com dois fetos.

#### 3.2 Retenção de energia e proteína nos componentes de gestação e no corpo

A energia e a proteína retida na gestação ( $ER_g$  e  $PR_g$ ) foi estimada com base nas quantidades de energia e proteína no útero gestante ( $ER_{utg}$  e  $PR_{utg}$ ) menos a quantidade de energia e proteína no útero não gestante ( $ER_{utng}$  e  $PR_{utng}$ ) estimado pelos animais referência, adicionado com o acréscimo obtido da retenção de energia e proteína da glandula mamária gestante ( $ER_{glg}$  e  $PR_{glg}$ ) menos a não gestante ( $ER_{glng}$  e  $PR_{glng}$ ) com mesmo  $PC_{ng}$  como observado na Eq. [5].

Os dados dos sete animais referência foram utilizados para estimar os componentes dos animais não gestantes do utero e da glandula mamária obtendo o seguinte modelo não linear:

$$ER_{utng} = 0.0953 \pm 0.139 PC_{ng}^{1.8495 \pm 0.443} \quad \text{Eq. [20]}$$

$$PR_{utng} = 0.1818 \pm 0.473 PC_{ng}^{1.0662 \pm 0.791} \quad \text{Eq. [21]}$$

$$ER_{glng} = 0.1112 \pm 0.381 PC_{ng}^{2.6973 \pm 1.056} \quad \text{Eq. [22]}$$

$$PR_{glng} = 0.072 \pm 0.146 PC_{ng}^{1.3685 \pm 0.6168} \quad \text{Eq. [23]}$$

Tabela 2. Composição corporal em função da restrição alimentar, dias de gestação e número de fetos

Variável	Restrição			P	Dias			P	Fetos		P	R x D x F
	0%	20%	40%		50	100	140		1	2		
PCi	27.1±1.16	27.2±1.15	26,8±1.12	0.97	27.1±1.12	26.6±1.18	27.5±1.18	0.83	26.0±0.94	28.08±0.92	0.13	0.71
PCf	30.1±1.17	29.1±1.16	28,3±1.13	0.56	27.6±1.13	28.1±1.19	31.8±1.14	<0.05	27.7±0.96	30.6±0.93	<0.05	0,59
PCVZi	20.6±0.88	20.7±0.87	20.4±0.85	0.97	20.6±0.85	20.2±0.89	20.9±0.86	0.83	19.8±0.72	21.3±0.70	0.12	0.70
PCVZg	25.4±0.94	24.7±0.93	24.6±0.90	0.82	21.4±0.90	23.6±0.95	29.8±0.91	<0.05	23.4±0.76	26.5±0.74	<0.05	0.62
PCVZng	23.5±0.89	23.1±0.88	22.6±0.85	0.75	21.2±0.85	22.1±0.89	25.8±0.86	<0.05	21.7±0.72	24.4±0.70	<0.05	0.59
ECC	2.39±0.07	1.94±0.07	1.89±0.07	<0.05	2.27±0.07	2.03±0.08	1.92±0.07	<0.05	1.95±0.06	2.20±0.06	<0.05	<0.05
GMD (kg)	0.03±0.00	0.03±0.01	0.03±0.01	0.93	0.02±0.01	0.03±0.01	0.03±0.00	0.22	0.03±0.00	0.03±0.00	0.64	0.89
GPCVZ (kg)	0.04±0.01	0.04±0.01	0.04±0.00	0.94	0.02±0.01	0.04±0.01	0.06±0.00	<0.05	0.04±0.00	0.05±0.00	0.06	0.86
CMS (g)	594±20.1	436±19.9	345±19.4	<0.05	413±19.4	407±20.4	555±19.6	<0.05	441±16.4	475±15.9	0.14	0.98
Composição corporal g/PCVZg												
Água	571±6.05	577±5.99	575±5.83	0.74	592±5.83	583±6.15	548±5.90	<0.05	577±4.93	571±4.80	0.40	0.05
Cinzas	11.3±1.06	12.5±1.05	12.4±1.02	0.67	11.7±1.02	12.8±1.08	11.8±1.03	0.71	12.5±0.87	11.7±0.84	0.48	0.38
Energia kcal/PCVZg)	2634±62.0	2564±61.4	2513±59.8	0.38	2950±59.8	2487±63.0	2275±60.4	<0.05	2556±50.6	2585±49.1	0.69	0.21
Gordura	203±8.37	195±8.28	193±8.06	0.67	226±8.06	191±8.50	173±8.15	<0.05	196±6.82	197±6.63	0.90	0.13
Proteína	150±2.93	148±2.90	146±2.82	0.57	161±2.82	148±2.97	135±2.85	<0.05	147±2.39	149±2.32	0.69	0.35
Tecido materno g/PCVZg												
Água	54.6±2.00	57.8±1.93	63.9±1.88	<0.05	9.29±1.93	59.5±1.98	108±1.90	<0.05	58.7±1.62	58.8±1.54	0.97	0.06
Cinzas	1.60±0.10	1.68±0.09	1.71±0.09	0.71	0.08±0.96	1.14±0.10	3.77±0.10	<0.05	1.29±0.08	2.03±0.08	<0.05	0.85
Energia (kcal/PCVZg)	78.7±3.67	76.4±3.63	79.4±3.63	0.84	32.4±3.63	49.7±3.73	153±3.57	<0.05	68.4±3.04	87.9±2.91	<0.05	0.23
Gordura	3.41±0.27	3.30±0.27	3.36±0.27	0.96	2.72±0.27	2.32±0.27	5.03±0.26	<0.05	3.04±0.22	3.67±0.21	<0.05	0.11
Proteína	6.69±0.42	6.86±0.42	8.08±0.40	<0.05	0.69±0.40	4.46±0.43	16.5±0.41	<0.05	5.91±0.34	8.51±0.33	<0.05	0.69

Fonte: Construído a partir de dados obtidos o experimento da pesquisa.

em que  $ER_{utng}$  = energia retida no útero não gestante (Kcal),  $PR_{utng}$  = proteína retida no útero não gestante (g),  $ER_{glnng}$  = energia retida na glandula mamária não gestante (kcal),  $PR_{glnng}$  = proteína retida na glandula mamária (g),  $PC_{ng}$  = peso corporal dos animais referência.

Para todos os modelos as interações convergiram. Com base nas equações [20], [21], [22] e [23] a quantidade de energia e proteína foram subtraídas do útero e da glandula das cabras gestantes e assim obtido os valores para a equação [5].

Com base nas equações [6], [7], [8] e [9] para retenção de tecido materno e corporal tem-se:

Energia retida no tecido materno:

Para 1 feto:

$$ER_{tm}=0.1146\pm 0.177 \times \text{Dias}^{1.0786\pm 0.324} \quad \text{Eq. [24]}$$

Para 2 fetos

$$ER_{tm}=(0.1146\pm 0.177 - 0.0248\pm 0.202) \times \text{Dias}^{(1.0786\pm 0.324 + 0.1307\pm 0.395)} \quad \text{Eq. [25]}$$

Proteína retida no tecido materno:

Para 1 feto:

$$PR_{tm}=4.42\times 10^{-8}\pm 1.30\times 10^{-7} \times \text{Dias}^{3.63\pm 0.60} \quad \text{Eq. [26]}$$

Para 2 fetos

$$PR_{tm}=(4.42\times 10^{-8}\pm 1.30\times 10^{-7} + 4.92\times 10^{-7}\pm 8.66\times 10^{-7}) \times \text{Dias}^{(3.63\pm 0.60 - 0.4131\pm 0.682)} \quad \text{Eq. [27]}$$

Energia retida no tecido corporal:

Para 1 feto:

$$ER_{tc}=1.3330\pm 3.56 \times PCVZ_{ng}^{1.9992\pm 1.074} \quad \text{Eq. [28]}$$

Para 2 fetos

$$ER_{tc}=(1.3330\pm 3.56 - 3.9720\pm 10.703) \times PCVZ_{ng}^{(1.9992\pm 1.074 - 0.5187\pm 1.307)} \quad \text{Eq. [29]}$$

Proteína retida no tecido corporal:

Para 1 feto:

$$PR_{tc}=12.85\pm 29.55 \times \text{Dias}^{-0.1978\pm 0.944} \quad \text{Eq. [30]}$$

Para 2 fetos

$$PR_{tc}=(12.85\pm 29.55 + 10.64\pm 42.00) \times \text{Dias}^{(-0.1978\pm 0.944 - 0.0588\pm 1.074)} \quad \text{Eq. [31]}$$

### 3.3 Exigências líquida de energia

#### 3.3.1 Exigências líquida de energia de manutenção

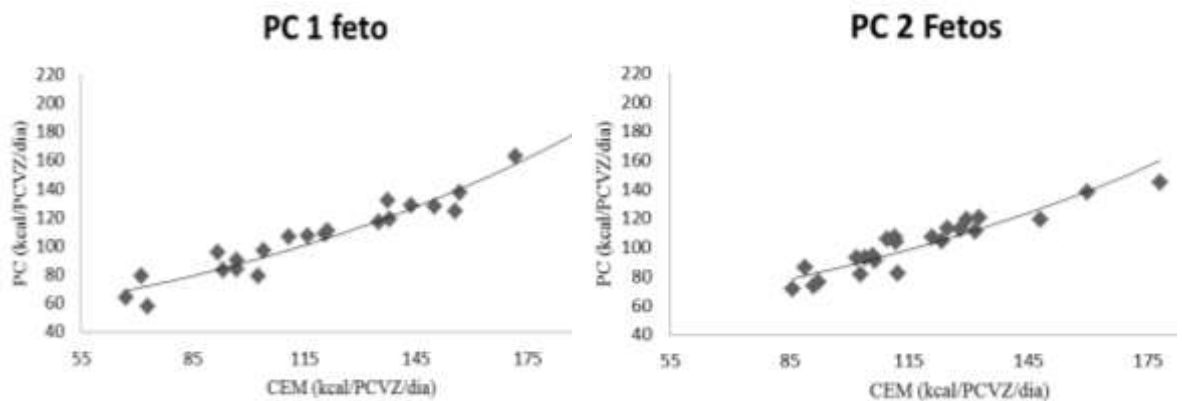
A produção de calor (PC) foi obtida utilizando o método exponencial por meio da Eq. [10] e [11], Figura 1 e 2 resultando no seguinte modelo:

$$\text{Para 1 feto } PC = 42.63 \pm 2.35 \times \exp^{(CEM \times 0.0075 \pm 0.000376)} \quad \text{Eq. [32]}$$

$$\text{Para 2 fetos } PC = 49.78 \pm 4.19 \times \exp^{(CEM \times 0.0062 \pm 0.00063)} \quad \text{Eq. [33]}$$

em que PC= produção de calor (kcal/PCVZ<sup>0.75</sup>/dia) e CEM= consumo de energia metabolizável (kcal/PCVZ<sup>0.75</sup>/dia).

Figura 1 e 2. Relação entre a produção de calor (PC, kcal/kg PCVZ/dia) e o consumo de energia metabolizável (CEM, kcal/kg PCVZ/dia) para cabras Moxotó com 1 e 2 fetos



Fonte: Construído a partir de dados obtidos o experimento da pesquisa.

Os dados obtidos com a digestibilidade estão apresentados na Tabela 3, como observado por Barreto (2012).

Assim, a energia líquida pode ser calculada seguindo a equação:

$$\text{Para 1 feto } EL_m = 42.63 \pm \times PCVZ^{0.75} \quad \text{Eq. [34]}$$

$$\text{Para 2 fetos } EL_m = 49.78 \pm 4.194 \times PCVZ^{0.75} \quad \text{Eq. [35]}$$

Em que EL<sub>m</sub>= energia líquida de manutenção (kca/d) e PCVZ= Peso de corpo vazio.

Tabela 3. Nitrogênio retido e absorvido em função da restrição alimentar, dias de gestação e número de fetos

Variável	Restrição			P	Dias			P	Fetos		P
	0%	20%	40%		50	100	140		1	2	
CPB (g)	74.0±3.52	53.2±3.66	45.9±3.40	<0.05	50.3±3.50	56.3±3.57	66.6±3.52	<0.05	57.1±2.98	58.3±2.77	0.77
Nconsumido (g/PC <sup>0.75</sup> )	0.92±0.04	0.64±0.04	0.59±0.04	<0.05	0.64±0.04	0.70±0.04	0.80±0.04	<0.05	0.74±0.04	0.69±0.03	0.31
Nabsorvido (g/PC <sup>0.75</sup> )	0.64±0.04	0.46±0.04	0.41±0.03	<0.05	0.47±0.04	0.48±0.04	0.55±0.04	0.26	0.53±0.03	0.47±0.03	0.13
Nretido (g/PC <sup>0.75</sup> )	0.28±0.04	0.19±0.06	0.23±0.06	0.45	0.22±0.05	0.22±0.06	0.26±0.04	0.82	0.25±0.04	0.21±0.04	0.59
Nfecal (g/PC <sup>0.75</sup> )	0.28±0.02	0.19±0.02	0.18±0.02	<0.05	0.18±0.02	0.22±0.02	0.25±0.02	<0.05	0.21±0.01	0.22±0.01	0.52
Nurina (g/PC <sup>0.75</sup> )	0.42±0.04	0.35±0.04	0.38±0.04	0.52	0.38±0.04	0.41±0.04	0.36±0.04	0.62	0.37±0.04	0.40±0.03	0.54

### 3.3.2 Exigências líquida de energia de gestação

As exigências líquidas de energia de gestação foram obtidas a partir da derivada da retenção de energia dos tecidos maternos Eq. [24] e [25] para 1 e 2 fetos, respectivamente.

Para 1 feto:

$$EL_g = \text{Dias}^{0.0786} \quad \text{Eq. [36]}$$

Para 2 fetos

$$EL_g = \text{Dias}^{1.209} \quad \text{Eq. [37]}$$

As exigências de gestação de energia para 50, 100 e 140 dias foram 1.36, 1.44 e 1.48 para 1 e 2 fetos 2.27, 2.62 e 2.82, respectivamente.

### 3.4 Exigências líquida de proteína

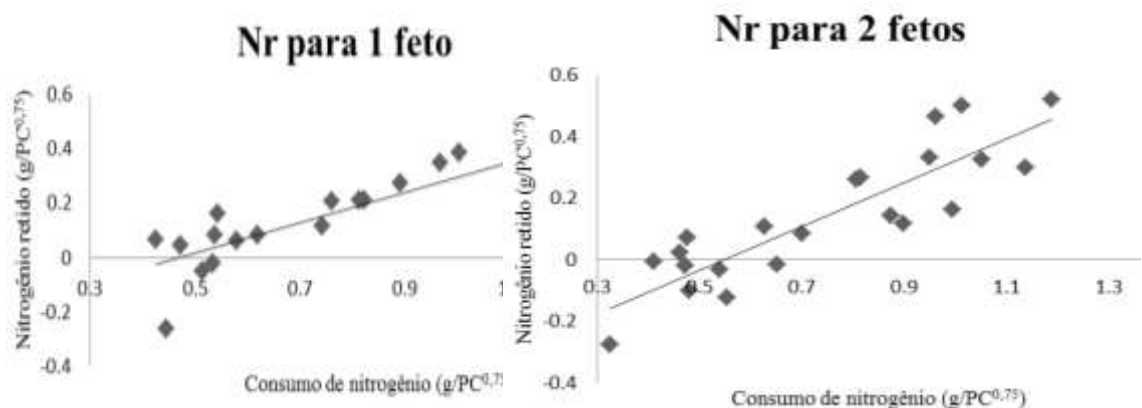
A exigência de proteína líquida de manutenção ( $PL_m$ ) foi calculada de acordo com a equação [22], sendo 1.64 e 2.4  $\text{g/PC}^{0.75}$  para cabras Moxotó com 1 e 2 fetos, respectivamente como representado na Tabela 3, nas figuras 3 e 4, e nas seguintes equações:

$$\text{Para 1 feto } NR = 0.557 \times CN - 0.263 \quad \text{Eq. [38]}$$

$$\text{Para 2 fetos } NR = 0.713 \times CN - 0.390 \quad \text{Eq. [39]}$$

em que  $PL_m$  = proteína líquida manutenção e  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  são os parâmetros da regressão.

Figura 3 e 4. Relação entre o nitrogênio retido ( $\text{g/PC}^{0.75}$ ) e o consumo de nitrogênio ( $\text{g/PC}^{0.75}$ ) para cabras Moxotó para 1 e 2 fetos



Fonte: Contruído a partir dos dados obtidos no experimento da pesquisa.

A exigência de proteína metabolizável de manutenção ( $PM_m$ ) calculada por meio do nitrogênio retido (NR) e o consumo de absorvido (NA) obteve eficiência de proteína na matança ( $z_m$ ) igual a 0.75 e 0.95 para 1 e 2 fetos, respectivamente. A  $PM_m$  foi 2.2 e 2.5 g/PC<sup>0.75</sup> para cabras com 1 e 2 fetos, respectivamente obtidos por meio da relação da  $PL_m$  pela eficiência de proteína na matança ( $z_m$ ), seguindo as equações abaixo:

$$\text{Para 1 feto: } NR = 0.7445 \times NA \quad \text{Eq. [40]}$$

$$\text{Para 2 fetos: } NR = 0.9531 \times NA \quad \text{Eq. [41]}$$

$$\text{Para 1 feto: } PM_m = 1.64 / 0.7445 \quad \text{Eq. [42]}$$

$$\text{Para 2 fetos: } PM_m = 2.40 / 0.9531 \quad \text{Eq. [43]}$$

em que  $PM_m$  = proteína metabolizável de manutenção, NA= nitrogênio absorvido e NR= nitrogênio retido.

#### 4.0 DISCUSSÃO

Na tentativa de reduzir a mobilização das reservas corporais e evitar o comprometimento do desenvolvimento dos conceptos, as cabras apresentaram maior consumo de nutrientes de 50 aos 140 dias (Tabela 2), fato observado e apresentado por Barreto (2012). Sendo que as cabras diminuíram o consumo aos 100 dias de gestação, fato que se deve a diversos fatores, entre eles a compressão do rúmen, que foi ocasionada pela limitação física com o crescimento do útero grávido. Essa redução no consumo ocasionou diminuição das retenções de nutrientes no corpo das cabras em gestação.

O período inicial da gestação permite aos animais maior deposição de nutrientes, visto que nessa fase as exigências de manutenção são menores que na fase final de gestação. Ao analisar o nível de restrição alimentar a retenção do tecido materno e corporal não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0.05$ ), mas foram diferentes nos dias de gestação e no número de fetos. Aos 50 dias de gestação a retenção de energia no tecido materno foi 56% menor que nos 140 dias de gestação, enquanto que para a retenção de no corpo ocorreu o inverso, em que aos 50 dias a retenção foi 47% maior que nos 140 dias de gestação. A retenção corporal não apresentou diferença quando comparado o número de fetos. Apesar de que Moulin (1991) observou que no terço final

da gestação, a exigência líquida de energia para a cabra com dois fetos foi 66,3% maior, em comparação com gestação com um feto, proporção não encontrada em nosso trabalho. A proteína seguiu o mesmo comportamento que a retenção de energia.

As cabras com 140 dias de gestação apresentaram retenção menor que as cabras de 50 dias, fato que pode ter ocorrido pela deposição de energia ter sido direcionada para o tecido materno, visto que essa retenção foi maior numericamente para os animais com 140 dias de gestação e com 2 fetos.

Observa-se que a ELM deste estudo foi menor que o valor de taxa metabólica basal sugerido para mamíferos, de 69.00 kcal/PCVZ<sup>0.75</sup>/dia (POPZOPKO, 1971), do qual os valores das exigências deveriam ser próximos. A média de exigência líquida de energia para um e dois fetos foram: 42.63 e 49.78 kcal/PCVZ<sup>0.75</sup>/dia ou 35.42 e 41.70 kcal/PC<sup>0.75</sup>/dia, respectivamente. A eficiência de manutenção (km) foi 0.58, a energia metabolizável para um e dois fetos foram 73.50 e 85.80 kcal/PCVZ<sup>0.75</sup>/dia ou 61.07 e 71.89 kcal/PC<sup>0.75</sup>/dia.

O NRC (2007) recomenda 117 kcal/PC<sup>0.75</sup>/dia para caprinos nativos, apresentando uma diferença média de 47%, entretanto o valor encontrado foi 11 % menor que a recomendação segundo o AFRC (1998) (75.3 kcal/PCVZ<sup>0.75</sup>/dia).

Em pesquisas com cabras Moxotó em crescimento na mesma faixa de peso, Alves et al., (2008) encontraram um valor médio de energia para manutenção de 55.11 kcal /kg PCVZ<sup>0.75</sup>, valor menor que o estimado para as cabras Moxotó do presente estudo. Pode-se propor que os valores de EMM de animais nativos sejam inferiores aos obtidos em estudos com raças exóticas como Angora, Saanen e Boer (113 kcal/kg PC<sup>0.75</sup>, 96.60 kcal/kg PC<sup>0.75</sup> e 103 kcal/kg PC<sup>0.75</sup>) (LUO et al., 2004, FERREIRA et al., 2015 e FERNANDES et al., 2007) que são mais especializados para a produção de leite ou de carne.

O consumo de nitrogênio, nitrogênio retido e absorvido foram maiores para o nível ad libitum como esperado, assim como a quantidade de nitrogênio fecal, pois esses animais receberam maior aporte de nutrientes, dados apresentados na Tabela 3 (BARRETO, 2012).

A exigência de proteína metabolizável obtida nesta pesquisa foi menor que os valores preconizados pelos sistemas internacionais de alimentação NRC (2007), Luo et



al., (2004) e AFRC (1998) 3,07, 3,35 e 2,32 g/PC<sup>0,75</sup>, respectivamente. A eficiência de proteína na manutenção foi maior que nos respectivos sistemas.

Como descrito por Ferrell e Jenkins (1998) em bovinos, as diferenças entre os grupos genéticos podem ser explicadas pelos altos custos de manutenção de animais com altas taxas de crescimento e maior na maturidade.

Sahlu et al., (2004) reuniram diversas informações sobre as exigências nutricionais de caprinos em diferentes categorias, cuja compilação serviu de base para as atualizações das tabelas do NRC (2007) para esta espécie, entretanto, esta publicação também não atualizou quanto ao período gestacional, apenas possuem considerações sobre a energia e proteína metabolizáveis, bem como das diferenças nas eficiências de utilização ( $k_{preg}$ ) adotados pelos principais Comitês de Alimentação (ARC, 1980; AFRC, 1993; AFRC, 1998; NRC, 1981; NRC, 2000; NRC, 2001).

As exigências nutricionais diárias das cabras Moxotó são menores que os estudos realizados por outros autores, provavelmente devido a rusticidade, e menor porte desses animais, o NRC (2007) é realizado com base em animais com raças exóticas adaptadas a clima temperado e as cabras de raças Moxotó são adaptadas ao clima semiárido conseqüentemente podem ter as exigências diferentes. Vários fatores afetam as exigências de energia para manutenção, como raça, sexo, idade, condições ambientais e atividades (NRC, 2007). Assim, a raça pode ser um fator diferencial, diante do porte dos animais e adaptação ao clima do semiárido, necessitando de menor aporte de nutrientes para suprir suas exigências, e segundo Blaxter e Clapperton, 1965 o metabolismo basal varia com a raça do animal e, conseqüentemente as exigências para manutenção diferem entre as raças.

As exigências líquidas de gestação obtidas por Sahlu et al., (2004) para 1 e 2 fetos com 105 dias foram 30 e 40 kcal, respectivamente. Harter et al., (2016) trabalharam com compilação de dados de caprinos, observaram que as exigências de energia aos 50, 80, 110 e 140 dias foram: (1 feto: 0.77, 0.96, 1.87 e 4.85, 2 fetos: 0.71, 1.17, 2.51 e 6.37 kcal/ kg PC).

O período de gestação ainda apresenta carência de dados na literatura, mesmo com o aumento das pesquisas com as exigências nutricionais para caprinos, são poucos os trabalhos que abordam esta fase do ciclo produtivo.

## 5.0 CONCLUSÕES

As exigências de energia metabolizável de manutenção para cabras Moxotó com um e dois fetos 61.07 e 71.89 kcal/PC<sup>0.75</sup>/dia, respectivamente. As exigências de proteína metabolizável de manutenção para um e dois fetos 2.2 e 2.5 g/PC<sup>0.75</sup>, respectivamente. As exigências líquidas de energia de gestação para 50, 100 e 140 dias foram: 1.36, 1.44 e 1.48 para 1 feto e para 2 fetos 2.27, 2.62 e 2.82, respectivamente.

As exigências líquidas de energia e proteína foram menores que as preconizadas pelos sistemas internacionais de alimentação.

Os resultados apresentados nessa pesquisa podem ajudar a formular dietas mais equilibradas para cabras Moxotó na fase de gestação, além da manutenção adequada nas reservas corporais das cabras gestantes.

## 6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agricultural and Food Research Council - AFRC The nutrition of goats. New York, CAB international, 116p. 1998.

Agricultural and Food Research Council - AFRC. Energy and protein requirements of ruminants. Wallingford, UK: CAB international, 158p 1993.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. The nutrient requirements of ruminant livestock. London: Commonwealth Agricultural Bureau. 351p. 1980.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. The nutrient requirements of farm livestock. London, UK, Commonwealth Agricultural Bureau, 84p. 1965.

ALVES, K.S.; CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V.; MATTOS, C. W.; COSTA, R.G.; MAIOR JÚNIOR, R.S. Exigências de energia para manutenção e eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1475-1482, 2008.

ARAÚJO, M. J.; MEDEIROS, A. N.; GONZAGA NETO, S.; COSTA, R. G.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; RESENDE, K. T.; MARQUES, C. A. T.; MELO, G. M. P.; SOMUZA, S. F. Mineral requirements for growth of Moxotó goats grazing in the semiarid region of Brazil. **Small Ruminant Research**, v.93, p.1-9, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 18th ed. AOAC International, Gaithersburg, Maryland, .2005.

BARRETO, L. M. G. Desenvolvimento fetal e composição corporal de cabras Moxotó em gestação. 2012. 108f. Tese (Tese de doutorado), Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

BLAXTER, K. L.; CLAPPERTON, J. L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *British Journal of Nutrition*, Londres, v.19, p. 511-522, 1965.

CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; SILVA, R. R.; PEREIRA, M. L. A.; VIANA, P. T.; SANTOS, A. B. T.; PEREIRA, C. J. Balanço de nitrogênio, concentrações de ureia e síntese de proteína microbiana em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2253-2261, 2010.

FERNANDES, M. H. M. R.; RESENDE, K. T. TEDESCHI, L. O.; FERNANDES JR, J. S.; SILVA, H. M.; CARSTENS, G. E.; BERCHIELLI, T. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; AKINAGA, L.; Energy and protein requirements for maintenance and growth of Boer crossbred kids. **Journal of Animal Science**, v.85, p.1014–1023, 2007.

FERREIRA, A. C. D.; YÁNEZ, E. A.; MEDEIROS, A. N.; RESENDE, K. T.; PEREIRA FILHO, J. M., FERNANDES, M. H. M. R.; ALMEIDA, A. K.; TEIXEIRA, A. I. A. M.; Protein and energy requirements of castrated male Saanen goats. **Small Ruminant Research**, v.123, p.88–94, 2015.

FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.647-657, 1998.

HAFEZ E. S. E. & HAFEZ B. **Reprodução Animal**. 7ª ed. Manole, São Paulo. 530p. 2003.

HARTER, C. J.; ELLIS, J. L.; FRANCE, J. RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Net energy and protein requirements for pregnancy differ between goats and sheep. **Journal Animal Science**, v. 94, p.2460–2470, 2016.

KNIGHT, C.H. The importance of cell division in udder development and lactation. **Livestock Production Science**, v.66, p.169-176, 2000.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

LUO, J.; GOESTCH, A. L.; NS AHLAI, I. V.; SAHLU, T.; FERRELL, C. L.; OWENS, F. N., GALYEAN, M. L.; MOORE, J. E.; JOHNSON, Z. B. Prediction of metabolizable energy and protein requirements for maintenance, gain and fiber growth of Angora goats. **Small Ruminant Research**, v.53, p. 339–356, 2004.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

MOULIN, C. H. S. **Exigências energéticas de cabras em gestação**. 1991. 110f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of domestic animals: nutrient requirement of goats**, Washington, DC. 91p. 1981.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. National Academy Press, Washington, DC, 381p. 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC- **Nutrient Requirements of Small Ruminants, Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids**, National Academy Press, Washington, DC, 362p; 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 8 ed. National Academy Press, Washington, DC, 244p. 2000.

OLTJEN, J. W.; KEBREAB, E.; LAPIERRE H. **Net protein requirement of pregnancy of goats with single and twin pregnancy**, in 4<sup>TH</sup> INTERNATIONAL

SYMPOSIUM ON ENERGY AND PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION  
SACRAMENTO, Wageningen Academic Publishers, California, 2013.

POPZOPKO, P. Metabolic levels in adult homeotherms. **Acta theriologica**, v.16, p.1-21, 1971.

ROBINSON, J. J.; ASHWORTH, C. J.; ROOKE, J. A.; MITCHELL, L. M.; MCEVOY, T. G. Nutrition and fertility in ruminant livestock, **Animal Feed Science and Technology**, v.126, p.259–276, 2006.

SAHLU, T.; GOETSCH, A. L.; LUO, J.; NSAHLAI, I. V.; MOORE, J. E.; GALYEAN, M. L.; OWENS, F. N.; FERRELL, C. L.; JOHNSON, Z. B. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. **Small Ruminant Research**, v.53, p.191-219, 2004.

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.

VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. V. R.,  
PAULINO, P. V. R.; Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados- **BR CORTE**. 2 ed. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 193p. 2010.

VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, L. F. C.; GIONBELLI, M. P.; ROTTA, P. P.;  
MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PRADOS, L. F. Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados- **BR CORTE**. 3 ed. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 327p. 2016.

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.

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

## **CAPÍTULO II**

---

### **Exigência Líquida de Microminerais de Cabritos Canindé em Crescimento**

## Exigências Líquidas de Microminerais de Cabritos Canindé em Crescimento

### RESUMO

Objetivou-se com este trabalho determinar a composição corporal e as exigências líquidas de Cu, Fe, Mn e Zn para cabritos Canindé em crescimento. Foram utilizados 33 cabritos castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de  $15,65 \pm 0,41$  kg e idade aproximada de 5 meses. Para determinação da composição corporal, de acordo com a metodologia do abate comparativo, no início do experimento, cinco animais foram abatidos para servirem como referência para as estimativas de peso de corpo vazio (PCVZ) e composição corporal inicial dos 28 animais remanescentes, os quais foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos e sete repetições. Os tratamentos consistiram de dietas com 4 níveis de restrição alimentar (*ad libitum* (0%), 20%, 40% e 60%). Quando os animais de um dos tratamentos atingiram PC médio de 25kg, todos os animais do respectivo grupo foram abatidos. A composição corporal foi determinada a partir da equação obtida pela regressão do logaritmo do peso de cada mineral no peso de corpo vazio (PCVZ), para animais com 15 a 25 kg. Os valores da composição corporal dos caprinos Canindé (mg kg<sup>-1</sup>PCVZ) foram de 3,93 a 7,38 de Cu; 7,67 a 6,57 de Mn; 24,3 a 36,2 de Fe; E 9,39 a 14,7 de Zn, respectivamente. Os valores (mg kg<sup>-1</sup>PCVZ) para necessidades líquidas de ganho de 100 g, variaram de 6,54 a 12,9 de Cu; 4,38 a 3,96 de Mn; 32,7 a 51,5 de Fe; e 13,2 a 21,9 de Zn. A composição corporal e as exigências líquidas de microminerais foram menores que as preconizadas pelos sistemas internacionais de alimentação. As exigências nutricionais de microminerais apresentadas nessa pesquisa podem ajudar a melhorar a acurácia na suplementação mineral em rebanhos caprinos em crescimento.

**Palavras chave:** animais nativos, composição corporal, ferro, ganho de peso

## Net Micromineral Requirements of Canindé Goat Kids in Growth

### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the body composition and net requirement of Cu, Fe, Mn and Zn of Canindé goat kids in growth. Were used 33 goats kids, castrated, with initial body weight (BW) averaging  $15.65 \pm 0.41$  kg and about five months of age. For determination of body composition, in accordance with the methodology of comparative slaughter, at the beginning of the experiment, five animals were slaughtered to serve as reference for the estimates of empty body weight (EBW) and initial body composition of the 28 remaining animals, which were distributed in randomized block design with four treatments and seven replications. The treatments consisted of three restriction diets (ad libitum (0%), 20 %; 40% and 60%). When the animals of one of the treatments reached BW average 25 kg, all the animals from of respective group were slaughtered. The body composition was estimated from the predicted equation obtained by regression the logarithm of the weight of each mineral in the empty body weight (EBW), for animals with 15 to 25 kg. The value (mg/ kg EBW) is 3.93 to 7.38 mg Cu; 7.67 to 6.57 mg of Mn; 24.30 to 36.22 mg of Fe; and 9.39 to 14.71 mg of Zn, respectively. The net requirements for growth were estimated by the first derivative of the allometric equations. The values (mg/kg EBW) for gain of 100 g ranged from 6.54 to 12.9 mg Cu; 4.38 to 3.96 mg of Mn; 32.7 to 51.5 mg of Fe; and 13.2 to 21.9 mg of Zn. Body composition and net requirements of microminerals were lower than those recommended by international food systems. The nutritional requirements of microminerals presented in this research can help to improve the accuracy of mineral supplementation in growing goats.

**Key words:** body composition, indigenous goats, iron, manganese, weight gain



## 1.0 INTRODUÇÃO

Os minerais estão presentes nas células e nos tecidos corporal dos animais com uma variedade funcional, concentrações e combinações químicas que variam com os elementos e tecidos (SUTTLE, 2010). A produção, reprodução, imunidade e sobrevivência animal pode ser reduzida quando os minerais não estão em equilíbrio na dieta animal (NRC, 2007). Os minerais atuam como co-fatores enzimáticos, contribuem de forma estrutural ou funcional para as atividades das enzimas, hormônios e vitaminas.

Os microminerais cobre, ferro e zinco promovem resistência a infecções, estão envolvidos em quase todas as vias metabólicas, com funções importantes no desempenho reprodutivo, manutenção do crescimento, metabolismo energético, função imune, aumento da resistência às infecções e no aumento da produtividade animal (WILDE, 2006, LAMB et al., 2008; CORTINHAS, 2009). Além disso, formam componente estrutural das enzimas e podem ser chave para atividades catalisadoras e reguladoras (ANDRIEU, 2008).

Recentemente, grupos de pesquisas das universidades brasileiras vêm se mobilizando no sentido de estabelecer as exigências nutricionais para caprinos em condições locais (ARAÚJO et al., 2010; SOUZA et al., 2013; SOUZA et al., 2014), o que tem apontado algumas diferenças com os níveis estabelecidos em outros países. Todavia, como são utilizados basicamente animais mestiços, faz-se necessário o estabelecimento das exigências nutricionais de grupos genéticos específicos, por existirem diferenças em relação ao porte do animal, nível de produção, regiões dentro do próprio país, entre outros fatores.

As interações de minerais podem ser diretas quando estes competem pelo mesmo sítio de absorção, em que o excesso de um pode prejudicar a utilização do outro, e, indireta, quando o mineral depende do outro para transforma-se em sua forma ativa, a deficiência pode acarreta uma disfunção (COUZY et al., 1993). Sendo assim, necessário o fornecimento da quantidade adequada de cada mineral.

Assim este trabalho foi desenvolvido para confirmar ou rejeitar a hipótese de que caprinos nativos da raça Canindé criados em clima tropical apresentam exigência de minerais diferentes das apresentadas pelos sistemas de exigências nutricionais

internacionais e objetivando determinar a composição corporal e estimar as exigências líquidas em Cu, Fe, Mn e Zn para ganho de peso de cabritos Canindé em crescimento.

## 2.0 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local do experimento e Animais

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de São João do Cariri, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba - CCA/UFPB, localizada no município de São João do Cariri – PB, entre as coordenadas 7° 23' 27" de Latitude sul e 36° 31' 58" de Longitude Oeste no semiárido nordestino. O experimento foi conduzido de acordo com o comitê de ética da universidade.

Foram utilizados 33 cabritos da raça Canindé, com peso (PC) médio inicial de  $15,65 \pm 0,41$  kg, castrados e com aproximadamente cinco meses de idade. Inicialmente, os animais foram identificados com brincos, vermifugados e vacinados contra clostridiose (Ivomec, Merial, Duluth, GA).

Para determinação da composição corporal, de acordo com a metodologia do abate comparativo, cinco animais foram abatidos para servirem como referência para as estimativas do peso de corpo vazio (PCVZ) e composição corporal inicial dos 28 animais remanescentes, que foram alocados em baias individuais, providas de cochos e bebedouros.

### 2.2 Dieta experimental e manejo alimentar

A ração foi formulada segundo as recomendações do NRC (2007) para caprinos nativos em crescimento, de forma a proporcionar ganho médio diário de 100 g com 14% de proteína bruta (PB) e 2,39 Mcal de energia metabolizável (EM), com relação 550:450 para volumoso e concentrado, respectivamente. O volumoso utilizado foi o feno de tifton 85 e o concentrado a base de farelo de milho, farelo de soja, suplemento mineral e calcário calcítico (Tabela 1 e 2).

Os tratamentos consistiram de dietas com 4 níveis de restrição alimentar: *ad libitum*, 20%, 40% e 60%. O arração dos animais foi realizado duas vezes ao dia, às 7 h e às 16 horas, sendo ajustadas diariamente em torno de 20% das sobras para os animais *ad libitum*. O ajuste da ração dos cabritos submetidos à restrição foi em função do consumo do dia anterior dos animais *ad libitum*. Durante o período experimental, foram coletadas semanalmente duas amostras dos ingredientes, da ração e das sobras, sendo armazenadas em freezer a -10 °C para formar, posteriormente, uma amostra composta/animal/tratamento para posterior análises. Á água foi fornecida à vontade.

Tabela 1- Composição bromatológica dos ingredientes da ração experimental

Composição química	Farelo de Milho <sup>1</sup>	Farelo de Soja	Feno de Tifton	Calcário	Suplemento Mineral <sup>2</sup>
		g/kg MS			
Matéria Seca	879	888	882	999	989
Proteína bruta	118	496	98,1		
Extrato etéreo	123	33,0	21,7		
FDN	202	176	680		
FDA	76,1	101	394		
Matéria mineral	29,2	57,3	69,8	994	980
		mg/kg MS			
Cobre	9,19	1,22	4,02	36,8	61,6
Manganês	15,4	26,7	69,0	36,24	808
Ferro	34,8	75,0	60,9	3281	5657
Zinco	66,7	54,2	75,6	46,0	129

<sup>1</sup>Sub-produto da fabricação de flocos de milho; <sup>2</sup>Suplemento mineral: magnésio 5.000 mg, enxofre 10,00 g, cobalto 25,00 mg, cobre 440,00 mg. Fonte: Construído a partir das análises laboratoriais.

Tabela 2- Ingredientes e composição bromatológica da ração experimental

(Continua)

Ingredientes	g/kg MS
Feno de Tifton	550,00
Farelo de Milho	281,92
Farelo de Soja	156,38
Calcário Calcítico	7,20
Suplemento Mineral	4,50

Tabela 2- Ingredientes e composição bromatológica da ração experimental

(Continuação)

<b>Composição Química</b>	<b>g/kg MS</b>
Matéria seca	883,32
Proteína bruta	164,66
Matéria Mineral	67,12
Extrato etéreo	51,83
Fibra em detergente neutro cp	458,57
Fibra em detergente ácido	254,09
Carboidratos não fibrosos	257,82
Carboidratos totais	716,39
	<b>mg/kg MS</b>
Cobre	8,82
Manganês	12,4
Ferro	109
Zinco	30,4

<sup>cp</sup> correção para cinzas e proteína. Fonte: Construído a partir das análises laboratoriais.

### 2.3 Procedimentos e técnicas para o abate

Os animais foram pesados semanalmente em jejum, antes do fornecimento da ração pela manhã para o acompanhamento do ganho de peso corporal e quando o animal *ad libitum* atingiu peso médio de 25 kg, o respectivo grupo, formado por quatro animais (*ad libitum*, 20%, 40% e 60% de restrição alimentar) foram abatidos. O período experimental teve duração de 118 dias.

Antes do abate os animais foram pesados, submetidos a jejum sólido por 18 horas e novamente pesados para obtenção do peso corporal no jejum (PCj). Após insensibilização com uma pistola de dardo cativo, suspendeu o animal e através de um corte na veia jugular e artéria carótida, o sangue foi coletado, procedendo-se a esfola e evisceração. O trato gastrointestinal (TGI) foi separado, pesado cheio e, em seguida, esvaziado, lavado e após escorrimento da água foi novamente pesado para que juntamente com o peso dos órgãos, componentes do corpo (carcaça, cabeça, patas, sangue e couro) fosse determinado o PCVZ. Logo o peso de PCVZ consiste na diferença entre o PCj e o conteúdo do TGI, da vesícula biliar e da bexiga.

Todos os órgãos (coração, rins, fígado, baço, pulmão e pâncreas), trato gastrointestinal (rúmen-retículo, omaso, abomaso, duodeno, jejuno, íleo, ceco, colón), gorduras (gordura renal, gordura pericárdica, gordura omental, gordura mesentérica e gordura abdominal, foram colocados em sacos plásticos previamente identificados e, congelados a -10°C. O couro foi cortados em tiras e amostrado. A carcaça de cada animal foi resfriada por 24 horas a 5°C e, em seguida, pesada e cortada em serra de fita sobre a linha média dorsal a fim de utilizar a meia carcaça direita para determinação da composição química.

O trato gastrointestinal (TGI), a bexiga e a vesícula biliar foram esvaziados, e pesados para determinação do peso corporal vazio (PCVZ).  $PCVZ = PC_j$  (peso corporal em jejum) - TGI.

Em que:  $PCVZ = \text{carcaça quente} + \text{cauda} + \text{sangue} + \text{órgãos internos} + \text{TGI vazio} + \text{gorduras internas} + \text{pele} + \text{cabeça} + \text{patas}$ .

#### *2.4 Preparação de amostras e análises laboratoriais*

Todas as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal da Paraíba, Campus Areia-PB.

As coletas dos ingredientes da dieta experimental, ração oferecida, sobras e fezes foram pré-secas em estufa de circulação de ar forçado a 55°C e moídas (Willey®, Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil) a granulometria de 1 mm. Após este procedimento, foram realizadas análises de: matéria seca (MS, AOAC, 2005, método 930.15), extrato etéreo por meio da extração da gordura com éter etílico em aparelho Soxhlet (EE, AOAC, 2005 método 920.39) (Modelo TE-044-8/50, Tecnal, São Paulo, Brasil), proteína bruta (PB, AOAC, 2005, método 984.13) (Modelo TE-0364, Tecnal, São Paulo, Brasil) matéria mineral (MM, AOAC, 2005, método 942.05).

Para determinação da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (FDN e FDA, VAN SOEST, 1991) em aparelho ANKOM220® (Ankom Technology Corporation), com modificações nos sacos, que foram confeccionados com TNT (tecido não tecido) de gramatura 100 g/m<sup>2</sup>. As amostras de FDN foram corrigidas para cinzas e proteína, conforme recomendações de Licitra et al. (1996) e Mertens (2002),

respectivamente. A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica adiabática de Parr (Modelo 1341, Parr Instrument Company, Illinois, Estados Unidos).

A meia carcaça direia, órgãos, cabeça, patas, sangue, as amostras de couro de cada animal foram trituradas e moídas separadamente em moinho tipo Cutter (Modelo MCR 22, G. Paniz, Rio grande do sul, Brasil) homogeneizadas, amostradas em duas placas de Petri, identificadas e armazenadas em freezer a -10 °C.

Posteriormente, as amostras da carcaça foram desidratadas em liofilizador (Modelo L101, Liotop®) a -40 e -60 °C por 48 horas. Em seguida, foram desengordurados por meio da extração da gordura com éter etílico em aparelho Soxhlet (EE, AOAC, 2005 método 920.39) (Modelo TE-044-8/50, Tecnal, São Paulo, Brasil). O resíduo, após a extração de gordura, foi colocado em estufa a 55 °C por uma hora e processados em moinho de bola (modelo MA350, Marconi, São Paulo, Brasil), e então analisado o teor de proteína bruta (PB, AOAC, 2005, método 984.13) (Modelo TE-0364, Tecnal, São Paulo, Brasil). Para determinação do teor de matéria seca, uma parte de cada amostra pré-seca foi colocada em placas de alumínio em estufa a 105°C por 24 horas (MS, AOAC, 2005, método 930.15).

Para determinar o conteúdo mineral presente no corpo dos cabritos seguiu o protocolo: digestão nitroperclórica (via úmida) segundo Tedesco et al. (1995), obtendo-se desta forma a solução mineral. Esse extrato foi diluído e quantificado por meio da espectrofotometria de absorção atômica (AOAC, 2005, método 985.35) (Modelo AA-240FS, Varian, Victoria, Australia). A correção do teor de água foi obtido com o somatório da água extraída em três etapas: a primeira, na refrigeração em câmara fria logo após o abate; a segunda, após o processo de liofilização e a terceira compreendeu correção final em estufa a 105°C. Na sequência à determinação de matéria seca em estufa a 105°C, foi realizada a MM. A análise mineral foi realizada para os ingredientes e sobras.

### *2.5 Cálculo da composição corporal e das exigências líquidas*

A predição da composição corporal foi obtida por meio de equação alométrica logaritimizada, que tem como variável dependente a quantidade do componente

(mineral) presente no corpo vazio e variável independente o PCVZ (ARC, 1980), obtendo-se a equação:  $\text{Log}_{10}(\text{peso do componente}) = a + b \times \text{log}_{10}(\text{PCVZ})$ , em que o peso do componente é o valor de mineral no PCVZ. A concentração do nutriente foi dada por unidade mg/kg ganho, em que a e b são parâmetros determinados pela equação alométrica em função da composição corporal.

A exigência líquida para ganho foi obtida por intermédio da derivada da equação de regressão de predição da quantidade do componente presente no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ, obtendo-se a equação:  $Y' = b \times 10^a \times \text{PCVZ}^{(b-1)}$ , em que:  $Y'$  = exigência líquida do mineral para ganho; a = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal do respectivo nutriente e b = coeficiente de regressão da equação de predição do conteúdo corporal do mineral.

## *2.6 Delineamento experimental e análise estatística dos dados*

Utilizou-se delineamento experimental blocos casualizado (DBC), com quatro tratamentos e sete repetições. O modelo matemático foi:  $Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$ , em que,  $Y_{ij}$  = valor observado para a variável em estudo;  $\mu$  = média de todas as unidades experimentais;  $t_i$  = efeito tratamento;  $b_j$  = efeito do bloco;  $e_{ij}$  = erro associado à observação.

Todos os componentes foram analisados utilizando modelo misto, com efeito fixo de ingestão (n= 4) e o efeito aleatório de blocos (n= 6), utilizando o procedimento PROC MIXED da SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2, 2009). Os dados foram ajustados pelo método dos quadrados mínimos ordinários com o comando LSMEANS. Uma partição ortogonal do efeito do tratamento em efeitos de grau linear e quadrático foi obtida após análise de variância ( $\alpha = 0,05$ ).

### 3.0 RESULTADOS

O consumo de matéria seca (CMS) e de minerais foram significativos ( $P < 0,01$ ) os cabritos alimentados ad libitum apresentaram maiores médias de consumo em comparação com os animais submetidos às restrições alimentares (Tabela 3).

Tabela 3 – Consumo de microminerais de cabritos Canindé em crescimento

Variável	Níveis de restrição (%)				EPM	P Valor	
	<i>Ad libitum</i>	20	40	60		L	Q
PCVZ <sup>0,75</sup>	9,89	9,29	8,68	8,37	0,12		
CMS	733	550	443	307	7,33	<0,001	0,121
	mg/kgMS						
Cobre	6,02±0,09	3,61±0,08	2,62±0,08	1,82±0,08	0,30	<0,001	<0,001
Manganês	8,77±0,13	5,08±0,12	3,69±0,12	2,56±0,12	0,43	<0,001	<0,001
Ferro	74,1±1,12	44,4±1,04	32,3±1,04	22,4±1,04	0,30	<0,001	<0,001
Zinco	20,8±0,31	12,4±0,29	9,04±0,29	6,28±0,29	1,04	<0,001	<0,001
	PCVZ <sup>0,75</sup>						
Cobre	0,61±0,01	0,39±0,01	0,31±0,01	0,22±0,01	0,03	<0,001	<0,001
Manganês	0,86±0,02	0,55±0,01	0,43±0,01	0,31±0,01	0,04	<0,001	<0,001
Ferro	7,49±0,13	4,78±0,12	3,72±0,12	2,69±0,12	0,34	<0,001	<0,001
Zinco	2,10±0,04	1,34±0,03	1,04±0,03	0,75±0,03	0,10	<0,001	<0,001

PCVZ = peso de corpo vazio; CMS= consumo matéria seca; MM= matéria mineral; EPM= erro padrão da média; L= linear, Q= quadrático, ±=desvio padrão da média. Fonte: Construído a partir dos dados obtidos no experimento.

O desempenho e a composição corporal foram significativos ( $P < 0,001$ ) aumentaram em função do menor nível de restrição alimentar, sendo que os valores de ferro, proteína e matéria mineral (MM) não apresentaram efeito significativo ( $P > 0,001$ ) (Tabela 4).



Tabela 4 – Desempenho e composição corporal de cabritos Canindé em crescimento

Variável	AR	Níveis de restrição (%)				EPM	P Valor	
		<i>Ad libitum</i>	20	40	60		L	Q
Kg								
PCi	15,56	15,97	15,26	15,29	16,17	0,44		
PCf	15,56	26,55	23,31	21,03	17,73	0,16	<0,01	0,92
PJ	14,25	24,30	21,61	19,08	16,56	0,12	<0,01	0,75
PCVZ	11,09	19,99	17,95	15,32	13,22	0,13	<0,01	0,91
g/dia								
GPCVZ	-	76,38	60,51	37,10	13,2	2,13	<0,01	0,37
CMS	-	733	550	443	307	7,33	<0,01	0,12
% PCVZ								
Água	72,1 ±1,0	58,7±1,8	59,4±2,5	61,9±1,7	64,2±1,5	0,32	<0,01	0,28
Gordura	9,31 ±1,3	18,9±1,2	17,7±2,8	15,6±1,6	12,5±2,6	0,36	<0,01	0,23
Proteína	13,5 ±1,6	16,3±0,9	16,4±0,8	16,3±0,6	17,3±1,3	0,18	0,12	0,32
MM	3,44 ±0,6	3,72±0,5	3,5±0,5	3,3±0,5	3,52±0,3	0,08	0,35	0,36
% PCVZ × 10 <sup>-4</sup>								
Cobre	4,09 ±0,6	8,88±1,4	5,66±0,6	4,5±0,7	5,02±2,3	0,23	<0,01	0,02
Manganês	8,31 ±1,1	7,21±1,5	7,02±1,2	6,7±2,2	2,86±0,3	0,25	<0,01	0,02
Ferro	20,7 ±6,9	32,9±1,7	32,4±4,3	36,1±5,5	38,8±10,2	1,12	0,22	0,53
Zinco	8,58 ±1,0	13,7±0,7	13,4±1,2	12,2±0,6	11,0±1,0	0,16	0,03	0,22

PCi= peso corporal inicial; PCf= peso corporal final; PJ= peso em jejum; PCVZ = peso de corpo vazio; GPCVZ= ganho de peso de corpo vazio; CMS= consumo matéria seca; MM= matéria mineral; AR= animais referência; CV = coeficiente de variação; EPM= erro padrão da média; L= linear, Q= quadrático, ±= desvio padrão da média. Fonte: Construído a partir das análises laboratoriais.

A composição corporal livre da gordura e em função do peso de corpo vazio (PCVZ) apresentou o mesmo comportamento da matéria mineral quando foi adicionado o valor de gordura, em que somente o ferro não apresentou efeito significativo ( $P>0,001$ ) (Tabela 5).

Tabela 5. Composição corporal de microminerais de cabritos Canindé em crescimento

Variável	AR	Níveis de Restrição (%)				EPM	P Valor	
		<i>Ad libitum</i>	20	40	60		L	Q
PCVZ (kg)	11,09	19,99	17,95	15,32	13,22	0,14	<0,01	0,91
		% PCVZ desengordurado $\times 10^{-4}$						
Cobre	4,59	11,27	7,12	5,62	5,88	0,27	<0,01	0,001
Manganês	9,35	9,16	8,85	8,25	3,36	0,30	<0,01	0,002
Ferro	23,20	41,74	40,94	44,35	45,87	1,41	0,53	0,71
Zinco	9,64	17,45	16,94	15,03	13,01	0,24	<0,01	0,17

AR= animais referências; EPM= erro padrão da média; L= linear, Q= quadrático. Fonte: Construído a partir das análises obtidas no experimento.

Na Tabela 6, são apresentadas as equações de regressão para a estimativa do PCVZ em função do peso em jejum (PJ) e do logaritmo dos conteúdos de Cu, Mn, Fe e Zn no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ. As equações foram obtidas a partir dos dados da composição corporal. Com os coeficientes de determinação observa-se ajuste das equações com baixa dispersão dos dados em torno da linha de regressão.

Tabela 6. Equação de regressão para estimar a composição corporal de cabritos Canindé em crescimento

Equação Alométrica	R <sup>2</sup>	EPM	P Valor
$PCVZ = -1,6379 \pm 0,71 + 0,8951 \pm 0,03 \times PJF$	0,97	0,12	<0,001
$\text{Log Cu} = -0,6004 \pm 0,24 + 2,1152 \pm 0,20 \times \text{log PCVZ}$	0,83	0,02	<0,001
$\text{Log Mn} = 1,1782 \pm 0,27 + 0,7263 \pm 0,22 \times \text{log PCVZ}$	0,32	0,02	<0,001
$\text{Log Fe} = 0,6283 \pm 0,26 + 1,7077 \pm 0,22 \times \text{log PCVZ}$	0,72	0,02	<0,001
$\text{Log Zn} = 0,1224 \pm 0,10 + 1,7947 \pm 0,08 \times \text{log PCVZ}$	0,95	0,01	<0,001

PCVZ= peso de corpo vazio; PJF= peso jejum final; EPM= erro padrão da média; P= probabilidade. Fonte: Construído a partir dos dados obtidos no experimento.

A partir das equações da Tabela 6, estimou-se a composição em Cu, Mn, Fe e Zn (mg/kg PCVZ) em função do peso de corpo vazio (PCVZ) (Tabela 7). As concentrações de Cu, Fe e Zn apresentaram aumento, enquanto as concentrações de Mn diminuíram à medida que o PCVZ aumentou.

Tabela 7. Composição corporal de cabritos Canindé estimada pelas equações alométricas logaritmizadas

	PC (kg)		
	15	20	25
PCVZ (kg)	11,79	16,26	20,74
	(mg/ kg PCVZ)		
Cobre	3,93	5,63	7,38
Manganês	7,67	7,03	6,57
Ferro	24,30	30,50	36,22
Zinco	9,39	12,13	14,71

Fonte: Construído a partir dos dados obtidos no experimento.

Ao derivar as equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal para Cu, Mn, Fe e Zn em função do logaritmo do PCVZ, obteve-se as equações de predição desses nutrientes por kg de ganho em peso de corpo vazio (GPCVZ). Em seguida, determinou-se a quantidade dos nutrientes depositada (mg/kg GPCVZ) nas diferentes faixas de peso (Tabela 8).

Tabela 8. Equações para predição da exigência líquida de Cu, Mn, Fe e Zn para ganho em peso de corpo vazio (GPCVZ)

	Peso Corporal			Equações para predição da exigência líquida de ganho
	15	20	25	
PCVZ (kg)	11,79	16,26	20,74	
	mg/kg GPCVZ			
Cobre	8,32	11,91	15,62	$Cu = 0,5313 \times PCVZ^{1,1150}$
Manganês	5,57	5,10	4,77	$Mn = 10,9475 \times PCVZ^{-0,2737}$
Ferro	41,59	52,23	62,03	$Fe = 7,2562 \times PCVZ^{0,7077}$
Zinco	16,85	21,75	26,39	$Zn = 2,3759 \times PCVZ^{0,7940}$

Fonte: Construído a partir dos dados obtidos no experimento.

A partir da Tabela 8 foi estimado as exigências nutricionais para cabritos Canindé em crescimento em função do peso corporal e do ganho de 50, 100 e 150g (Tabela 9).

Tabela 9- Exigências líquidas de microminerais (mg/dia) para ganho em peso de cabritos Canindé em crescimento

Peso Corporal (kg)	Ganho (g)	(mg/dia)			
		Cu	Mn	Fe	Zn
15	50	0,327	0,219	1,634	0,662
	100	0,654	0,438	3,269	1,324
	150	0,981	0,657	4,903	1,986
20	50	0,484	0,207	2,124	0,885
	100	0,968	0,415	4,247	1,769
	150	1,453	0,622	6,371	2,654
25	50	0,648	0,198	2,573	1,094
	100	1,295	0,396	5,146	2,189
	150	1,943	0,594	7,719	3,283

Fonte: Construído a partir dos dados obtidos no experimento.

#### 4.0 DISCUSSÃO

A restrição alimentar influenciou o consumo de minerais ( $P < 0,001$ ), os animais alimentados à vontade apresentaram maiores consumo em mg/kg MS e em função do peso de corpo vazio (PCVZ), devido ao melhor aproveitamento dos nutrientes da ração consumida (Tabela 3), como esperado.

No NRC (2007), as exigências de cobre (Cu) foram estabelecidas por Kessler (1991) e adotada por Meschy (2000) para ser 8-10 mg/kg MS da dieta. O AFRC (1998) recomenda de 10-20 mg, similar com Haenlein (1992) com 10-23 mg/kg MS da dieta. Pesquisas tem demonstrado que caprinos são tolerantes à altas dosagens de cobre, estudos com adição de 36,2 e 60 mg/kg MS da dieta por um período de 88 e 137 dias não apresentaram efeito tóxico a esses animais (ZERVAS et al., 1990 e LUGINBUHL et al., 2000), respectivamente. Solaiman et al., 2006 reportaram que a adição de níveis de até 100 mg/ dia de cobre para cabritos em crescimento melhorou o ganho de peso diário e as funções imunológicas.

O consumo de Manganês nesta pesquisa foi de 8,77 mg/kg MS da dieta, sendo que os valores sugeridos pelo NRC (2007), reportados por ARC (1980) e AFRC (1998) foram 20-25 e 60 mg/kg MS da dieta, respectivamente. No entanto para o consumo de Ferro os cabritos Canindé dessa pesquisa apresentaram maior consumo de acordo com o proposto pelas pesquisas no NRC (2007), sendo o consumo de 74,1 para os animais *Ad libitum* e o NRC recomenda consumo de 30-100 mg/kg MS da dieta, valor utilizado

para animais com parasitas interno. A ingestão de ferro é maior para animais jovens devido a maior reciclagem do sangue nas hemácias (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999).

Diante da alta importância do Zinco para o corpo dos animais o NRC (1985) aumentou 10 mg do valor recomendado pelo NRC (1981) sendo 20 mg/kg MS da dieta para animais em crescimento, apenas os valores recomendados para Zinco são similares ao estudo realizado com cabritos nativos, fato que pode ser devido aos animais da raça Canindé apresentarem pequeno porte e por serem adaptados as regiões semiáridas do Brasil, necessitando de menor consumo quando observados os animais de raças exóticas utilizados para os ensaios de pesquisas nos sistemas internacionais de alimentação.

O ganho de peso de corpo vazio, teores de gordura, Cu, Mn e Zn na composição corporal foram influenciados ( $P < 0,001$ ), pelos níveis de restrições (Tabela 4). Este comportamento provavelmente foi reflexo do maior ganho de peso, o que acarretou maior desenvolvimento corporal dos animais com alimentação à vontade, enquanto proteína, MM e Fe não foram influenciados pelas restrições alimentar, pressupõe-se que esses animais tenham ultrapassado a fase de ascensão da curva de crescimento, assim depositando gordura e pode ser reforçado pela constância nos valores de proteína, MM e Fe, assim reduzindo a concentração desses na composição corporal.

A partir das equações da Tabela 6, obtive-se a composição corporal na Tabela 7 e observa-se que os teores de Fe, Cu e Zn na composição corporal deste estudo foram superiores aos obtidos na pesquisa conduzida por Souza et al., (2013) com suplementação mineral de 1,5 %PC dos caprinos nativos Canindé a pasto no semiárido paraibano (Fe 49,00; Cu 4,99 e Zn 27,32) e Araújo et al., (2010) com mesmo nível de suplementação sendo para caprinos Moxotó à pasto no semiárido paraibano (Mn 1,02 e Cu 1,71), apesar de que ambos utilizaram o NRC (1981) como base para formulação de ração para ganho peso médio de 150g, com média de 20% PB e 3,14 Mcal de energia metabolizável e ambos obtiveram ganho de peso 64,4 e 43,2 respectivamente.

A causa para este efeito pode estar relacionada com a alimentação. Segundo o NRC (2007), a absorção de cobre nas plantas pode ser limitada pelo pH alcalino ou alto conteúdo de matéria orgânica. Os teores de Mn deste estudo foram 18,3% menor que os cabritos Canindé (SOUZA et al., 2013), assim como Zn e Fe com 49,8 e 22,4% para caprinos Moxotó (ARAÚJO et al., 2010), sendo possivelmente devido as dietas

ofertadas, uma vez que esses animais obtiveram acesso ilimitado ao pastejo e as gramíneas possuem alto teor de ferro e zinco.

Na composição corporal o teor de zinco apresentou 53% a mais que o teor de manganês, segundo Almeida Filho et al., (2016) o corpo do animal tem em torno de 70 vezes mais zinco do que manganês. As plantas absorvem menos manganês, em relação ao zinco, com maior distinção pelos animais.

Segundo Almeida Filho et al., (2016) a homeostase dos minerais pode ser considerada como metabólica dos minerais no corpo do animal ou de como o animal se adapta para a ingestão variável. As maiores vias de adaptação para as grandes diferenças na ingestão são as mudanças na absorção, excreção na urina, deposição no tecido e rápido uso da reserva, secreção no leite e a excreção endógena por meio das fezes, outros modos como: a exalação, a descamação da pele, a perda de pelo e a transpiração.

O balanço de um determinado elemento pode ser negativo, no caso da excreção ser maior do que a absorção ou quando o aporte ou a disponibilidade do elemento na dieta não for suficiente para atender a demanda, inicia-se um estado carencial (ORTOLANI, 2002). Mas qualquer elemento mineral mesmo essencial, pode ser potencialmente tóxico, se consumido em grandes quantidades. Geralmente, o nível de mineral que o animal pode tolerar, sem efeitos adversos sobre o seu desempenho ou saúde, é maior que o mínimo requerido (ALMEIDA FILHO, 2016).

Os minerais que apresentam quantidades consideradas pelo AFRC (1991) como negligenciáveis e, conseqüentemente, suas exigências nutricionais, possuem maiores concentrações nos músculos e nos ossos (BAIÃO et al. 2003). Assim apresentam-se os valores dos microminerais expressos em %PCVZ desengordurado na Tabela 5, independentemente do nível de restrição, os valores foram superiores aos apresentados antes da retirada da gordura (Tabela 4) como esperado.

O zinco tem função relacionada em sistemas enzimáticos envolvidos com o metabolismo dos ácidos nucléicos, síntese de proteínas e metabolismo de carboidratos. Em tecidos com rápido crescimento, a deficiência de zinco reduz a síntese de DNA e RNA impedindo a divisão e o crescimento celular (AZEVEDO, 2005). Diante da importância desse mineral, torna-se importante fornecer a quantidade adequada.

Considerando que os minerais além das funções relacionadas a reprodução, também atua no sítio ativo de algumas enzimas que catalisam reações orgânicas

oxidativas (AZEVEDO, 2005). O cobre é transportado do fígado para os órgãos periféricos pela ceruloplasmina, que atua como armazenadora e transportadora para manter a homeostase desse elemento (GONZÁLEZ e SILVA, 2003). O aumento nas suas concentrações poderia indicar que os cabritos ainda estavam em crescimento do tecido ósseo, apontando talvez para uma maturidade tardia e um peso adulto maior para este grupo genético, uma vez que estes animais estavam na faixa de peso de 20 a 25 kg.

O aumento da deposição de gordura, a qual contém quantidades negligenciáveis de minerais, promove um efeito de diluição na quantidade de mineral no corpo, explicando a diminuição nas concentrações de Mn com o aumento do PCVZ, sendo que esse mineral está envolvido nos sistemas enzimáticos do metabolismo dos lipídeos.

Ao observar o estudo de Bellof e Pallauf (2007) realizado com ovinos de 18 a 55kg com teores de: Fe 26.1 mg, Zn 30.0 mg, Cu 1.41 mg and Mn 1.04 mg na composição corporal, nota-se que os valores de Zn são maiores que os apresentados neste estudo, supostamente devido aos animais do estudo citado terem sido ovinos e com maiores pesos. O zinco está relacionado com as características de carcaças, na qual a suplementação de zinco pode aumentar o grau de qualidade e marmoreio da carne, e apresentar tendência no aumento da espessura da gordura quando comparado a novilhos não suplementados com zinco observado no estudo de Spears e Kegley (2002).

Devido às escassas informações sobre conteúdo corporal de minerais para caprinos, o AFRC (1998) sugeriu que fossem utilizados dados de ovinos preconizados pelo ARC (1980). Por sua vez, o ARC (1980) considera a concentração de minerais no conteúdo corporal constante e independente do aumento de peso.

Observa-se que apenas as concentrações de Mn (mg/kg GPCVZ) nos estudos de caprinos nativos da raça Canindé a pasto foram maiores que o da pesquisa realizada, e os valores do NRC (2007) apresentam-se maiores que as exigências líquidas para ganho de 100 g dessa pesquisa, sendo que variaram de 0,654 a 1,295 mg Cu; 0,438 a 0,396 mg de Mn; 3,269 a 5,146 mg de Fe; e 1,324 a 2,189 mg de Zn em animais pesando 15, 20 e 25kg, respectivamente (Tabela 9).

Os caprinos nativos utilizados no experimento apresentam a composição corporal e as exigências nutricionais menores que os preconizado pelo sistema de alimentação americano. Diante da importância desses micronutrientes na produção e a

saúde animal esse trabalho pode contribuir com a suplementação mineral nos rebanhos caprinos, sendo necessário determinar as exigências nutricionais desses animais.

## 5.0 CONCLUSÕES

A composição corporal e as exigências líquidas de microminerais são menores que as preconizadas pelos sistemas internacionais de alimentação.

Os valores da composição corporal (mg kg<sup>-1</sup>PCVZ) são de 3,93 a 7,38 de Cu; 7,67 a 6,57 de Mn; 24,3 a 36,2 de Fe; e 9,39 a 14,7 de Zn, respectivamente. Os valores (mg kg<sup>-1</sup>PCVZ) para necessidades líquidas de ganho de 100 g, variaram de 6,54 a 12,9 de Cu; 4,38 a 3,96 de Mn; 32,7 a 51,5 de Fe; e 13,2 a 21,9 de Zn em animais pesando 15, 20 e 25kg, respectivamente.

As exigências nutricionais de microminerais apresentadas nessa pesquisa podem contribuir com a suplementação mineral nos rebanhos caprinos em crescimento.

## 6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Technical Committee on Responses to Nutrients**, v.61, p. 573-612, 1991.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **The Nutrition of Goats**. Wallingford, CAB INTERNATIONAL, 118p. 1998.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirement of ruminant livestock**. London: 351p. 1980.

ALMEIDA FILHO, S. L. **Minerais para ruminante**. Editora da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. 138 p. 2016.

ANDRIEU, S. Is there a role for organic trace element supplements in transition cow health? **The Veterinary Journal** v.176, p.77–83, 2008.

AOAC- **Official Methods of Analysis**, 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD. 2005.



ARAÚJO, M. J., MEDEIROS, A. N., GONZAGA NETO, S., COSTA, R. G., TEIXEIRA, I. A. M. A., RESENDE, K. T., MARQUES, C. A. T., MELO, G. M. P., SOMUZA, S. F. Mineral requirements for growth of Moxoto goats grazing in the semi-arid region of Brazil; **Small Ruminant Research**, v.93, p.1-9, 2010.

AZEVEDO, E. B. **Bioquímica do Tecido Animal**. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

BAIÃO, E. A. M., PEREZ, J. R. O., BAIÃO, A. A. F., GERASEEV, L. C., OLIVEIRA, A. N., TEIXEIRA, J. C. Composição corporal e exigências nutricionais de Cálcio e fósforo para ganho em peso de cordeiros; **Ciência Agrotecnica**, v.27, n.6, p.1370-1379, 2003.

BELLOF, G., PALLAUF, J. Deposition of copper, iron, manganese and zinc in empty body growing of lambs of the breed German Merino Landsheep; **Animal**, v.1, n.6, p. 827-834. 2007.

CORTINHAS, C. S. **Fornecimento de zinco, cobre e selênio orgânicos para vacas leiteiras e efeitos sobre a qualidade e saúde da glândula mamária**; v.89 p. 2009. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) –Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo, 2009.

COUZY, F., KEEN, C., GERSHWIN, M. E., MARESCHI, J. P. Nutritional implications of the interactions between minerals; **Progress in Food & Nutrition Science**, v.17, p.65-87, 1993.

GONZÁLEZ, F. H., SILVA, S. C. **Introdução à Bioquímica Veterinária**; Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 198p. 2003.

Kessler, J. Mineral nutrition of goats; **Goat Nutrition**, v.46, p.104–119, 1991.

LAMB, G. C., BROWN, D. R., LARSON, J. E., DAHLEN, C. R., DILORENZO, N., ARTHINGTON, J. D., DICOSTANZO, A. Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in superovulated Angus heifers; **Animal Reproduction Science**, v.106, p.221-231, 2008.

LUGINBUHL, J. M., POORE, M. H., SPEARS, J. W., BROWN, T. T. Effect of dietary copper level on performance and copper status of growing meat goats; **Sheep and Goats Research Journal**, v.16, p.65-71, 2000.

Meschy, Y.F. Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats; **Livestock Production Science**, v.64, p.9–14, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Domestic Animals: Nutrient Requirements of sheep**; Washington DC.: National Academy Press: 6. ed., 99p. 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants. Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids**; National Academy Press, Washington, DC. 362p. 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of domestic animals: nutrient requirement of goats**; Washington, DC. 91, p.1981.

ORTOLANI, E. L. **Macro e microelementos**; In: SPINOSA, H. S., GÓRNIK, S. L., BERNARDI, M. M. *Farmacologia aplicada à Medicina Veterinária*, p.641-651, 2002.

SOLAIMAN, S.G., SHOEMAKER, C.E., JONES, W. R., KERTH, C. R. The effect of high level of Cu on serum lipid profile and carcass characteristic in goat kids; **Journal Animal Science**, v.84, p.171-177, 2006.

SOUZA, A. P., MEDEIRO, A. N., CARVALHO, F. F. R., COSTA, R. G., RIBEIRO, L. P. S., BEZERRA, A. B., BRANCO, G. L. C., SILVA JR, C. G. Energy requirements for maintenance and growth of Canindé goat kids; **Small Ruminant Research**, v.121 p.255-261, 2014.

SOUZA, C. M. S., MEDEIROS, A. N., COSTA, R. G., SALES, P. S., SILVA, A. M. A., LIMA JUNIOR, V. Micromineral nutritional requirements for weight gain in Canindé goats under grazing in the Brazilian semiarid; **Acta Scientiarum**, Maringá, v.35, n.2, p.173-179, 2013.

SPEARS, J.W., KEGLEY, E. B. Effect of zinc source (zinc oxide vs zinc proteínate) and level on performance, carcass characteristics, and immune response of growing and finishing steers. **Journal Animal Science**, v. 80 n. 10, p.2747- 2752, 2002.

SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 4 th. edition Midlothian, UK, 587 p. 2010.

TEDESCO, M. J., GIANELLO, C., BIASSANI, C. A., BOHNEN, H., VOLKSWEISS, S. J. **Ground analysis, plants and other materials**. 2. ed. Porto Alegre, 174 p. 1995.

UNDERWOOD, E. J., SUTTLE, N. F. **The Mineral Nutrition of Livestock**; 3 ed. CAB International, Midlothian, UK, 601p. 1999.

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

WILDE, D. Influence of macro and micro minerals in the periparturient period on fertility in dairy cattle; **Animal Reproduction Science**, v.96, p.240-249, 2006.

ZERVAS, G., NIKOLAU, E., MANTZIOS, A. Comparative study of chronic copper poisoning in lambs and young goats; **Animal Production**, v. 50, p.497-506, 1990.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a obtenção do máximo desempenho na produção animal faz-se necessário o conhecimento das exigências nutricionais dos animais em cada fase da produção, para assim, atender as necessidades nutricionais e energética evitando desperdícios sociais e econômicos.

No período de gestação, as cabras apresentam modificações fisiológicas e metabólicas, necessitando de maior aporte nutricional para adequada nutrição fetal. A nutrição adequada que a cabra gestante recebe, garante que as exigências de energia, proteína, vitaminas e minerais para manutenção, diferenciação e subsequente desenvolvimento e crescimento fetal sejam atendidos.