



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
TROPICAL**

**RAFAELA COELHO DE MIRANDA**

**NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA DIETÉTICOS PARA REDUÇÃO  
DO PARASITISMO GASTRINTESTINAL EM OVINOS  
ARTIFICIALMENTE INFECTADOS**

**ARAGUAÍNA-TO**

**2018**

**RAFAELA COELHO DE MIRANDA FARIAS**

**NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA NA DIETA PARA REDUÇÃO DO  
PARASITISMO GASTROINTESTINAL EM OVINOS ARTIFICIALMENTE  
INFECTADOS**

**Tese apresentada para obtenção do  
título de Doutora, junto ao Programa de  
Pós-Graduação em Ciência Animal  
Tropical da Universidade Federal do  
Tocantins.**

**Área de concentração: Produção  
Animal**

**Orientador: José Neuman Miranda  
Neiva**

**Co-orientador: Marcos Cláudio  
Pinheiro Rogério**

**Araguaína -TO**

**2018**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

M672n Miranda, Rafaela Coelho de .  
NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA DIETÉTICOS PARA  
REDUÇÃO DO PARASITISMO GASTRINTESTINAL EM OVINOS  
ARTIFICIALMENTE INFECTADOS. / Rafaela Coelho de Miranda. –  
Araguaína, TO, 2018.  
133 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus  
Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em  
Ciência Animal Tropical, 2018.

Orientador: José Neuman Miranda Neiva

Coorientador: Marcos Cláudio Pinheiro Rogério

1. Nutrição. 2. Proteína metabolizável. 3. Síntese microbiana. 4.  
Vermínose. I. Título

**CDD 636.089**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de  
qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde  
que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime  
estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica  
da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

RAFAELA COELHO DE MIRANDA

NÍVEIS DE PROTEÍNA E ENERGIA NA DIETA PARA REDUÇÃO DO  
PARASITISMO GASTROINTESTINAL EM OVINOS ARTIFICIALMENTE  
INFECTADOS

Tese apresentada para obtenção do  
título de Doutora, junto ao Programa  
de Pós-Graduação em Ciência  
Animal Tropical da Universidade  
Federal do Tocantins.

Orientador: José Neuman Miranda  
Neiva

Co-orientador: Marcos Cláudio  
Pinheiro Rogério

Aprovada em 09/03/2018

Banca examinadora:



Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva, Orientador, UFT



Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério, co-orientador, Embrapa Caprinos e Ovinos



Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa, examinador, UFT



Profª. Drª. Thássia Silva Reis, examinadora, UFT



Profª. Drª. Déborah Alves Ferreira, examinadora, UFT

Aos meus pais, meu esposo, meus irmãos e sobrinhos

Dedi

## Agradecimentos

Difícil não começar agradecendo a **Deus**, por ter me proporcionado condições de chegar até aqui. Obrigada meu Deus por mais essa conquista.

A **Capes**, pela concessão do auxílio financeiro da bolsa.

À **Universidade Federal do Tocantins**, em especial à **Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia**, pelo apoio a realização de meus estudos.

À **Embrapa Caprinos e Ovinos**, por ceder suas instalações e todo o suporte necessário para realização desse experimento.

Ao meu orientador, **José Neuman Miranda Neiva**, por toda sua dedicação e paciência comigo, muito obrigada.

Ao meu co-orientador, professor **Marcos Cláudio Pinheiro Rogério**, por ter confiado em mim para a realização de um experimento de tamanha relevância para toda a equipe, pelos ensinamentos e por todo apoio, meus sinceros agradecimentos.

Aos professores **Luiz da Silva Vieira** e **Marcel Teixeira**, por toda a colaboração na realização do experimento e pelos ensinamentos transmitidos, meu muito obrigada.

Deus sempre foi generoso comigo, colocando pessoas especiais na minha vida, e nessa fase do Doutorado não poderia ser diferente. **Delano, Elomir, Shirlenne, Tibério, Valcicleide** e **Wanderson**, quaisquer palavras aqui seriam insuficientes para expressar minha gratidão a vocês pela colaboração do início ao final do experimento, pela amizade, companheirismo e por todos os momentos durante minha estadia em Sobral. Com vocês pude amenizar um pouco os efeitos de estar distante da família. Gratidão sempre, obrigada.

À técnica do laboratório de Parasitologia da Embrapa Caprinos e Ovinos, **Helena Pontes**, pela ajuda em todas as análises referentes a parasitologia e por ser sempre tão prestativa e dedicada, muito obrigada.

Ao médico Veterinário **Eduardo**, por toda colaboração, atenção, pelo profissionalismo e dedicação de sempre com os animais, obrigada.

À dona **Liduína, João Ricardo, Osmarilda, Lidiane, Márcio, Wagner, Edilson, Fábio, Adriano, Aurélio, Pedro**, por terem me oferecido diferentes tipos de ajuda durante a execução deste experimento, Obrigada.

Ao **Sérgio Luiz Silva Soares** (UFCE) pela ajuda nas análises de derivados de purina, muito obrigada.

À **Claudelize, Jéssica** e a tocaninense **Tays Rannielen** por todo o apoio sempre que precisei, agradeço.

Ao **Robério**, por toda ajuda na limpeza do galpão durante todo o experimento, obrigada.

Aos meus pais, **Antônio** e **Maria**, meus irmãos **Ayla**, **Raylom** e **Rayfran**, meus sobrinhos **Samuel** e **Arthur** e toda minha família por sempre me apoiarem em todos os momentos, mesmo que para isso fiquem quase ano sem me verem, amo todos vocês.

Ao meu esposo **Samuel Farias**, por sempre me apoiar, incentivar e compreender a minha ausência, obrigada meu amor.

A todos os **professores do PPGCAT** pelos ensinamentos transmitidos, em especial ao professor **Luciano Fernandes Sousa** pela ajuda na estatística do trabalho.

Ao **grupo de estudos em Produção de Ruminantes da UFT**, pela oportunidade de aprendizagem.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

O pão que madruga os fornos,  
misturado ao apoio, escorrido na  
mangueira, traz na sequência dos dias  
a verdade mais antiga: que o campo é  
a mesa do povo!

(Xirú Antunes)



## RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar a influência de dietas formuladas com diferentes proporções de proteína e nutrientes digestíveis totais (NDT), sobre o consumo, desempenho, digestibilidade aparente e metabolismo de nutrientes, características de carcaça, parâmetros parasitológicos, hematológicos e perfil bioquímico em cordeiros artificialmente com *Haemonchus contortus*. Foram utilizados 40 cordeiros machos, com peso inicial médio de 18 kg  $\pm$  1,2 e cinco meses de idade alojados em gaiolas metabólicas. Os tratamentos foram constituídos de quatro diferentes relações proteína:NDT (RP/NDT) (71:597; 103:641; 140:679 e 186:696), com animais infectados ou não com *Haemonchus contortus*, perfazendo oito tratamentos experimentais e cinco repetições por tratamento. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 (quatro relações proteína e NDT e duas condições de infecção). A infecção influenciou o consumo de matéria seca, consumo de fibra em detergente neutro ( $\text{g/kg}^{0,75}$ ), consumo de NDT ( $\text{g/kg}^{0,75}$ ), digestibilidade da proteína e da fibra em detergente neutro, que foram menores nos animais infectados. Houve interação entre dieta e infecção para os consumos de energia bruta, digestível e metabolizável (Mcal/kgMS), onde animais infectados das RP/NDT 140:679 e 186:696 consumiram menor quantidade que os não infectados das mesmas dietas. O balanço energético foi negativo para os animais infectados alimentados com a RP/NDT 71:597. A absorção de purinas independente da condição de infecção nas dietas de RP/NDT 140:679 e 186:696 foi maior que na dieta 71:597. A síntese de nitrogênio e proteína microbiana nas dietas de RP/NDT 103:641 e 186:696 foi menor nos animais infectados. A infecção diminuiu o consumo de proteína metabolizável nas RP/NDT 71:597; 140:679 e 186:696. Animais infectados apresentaram menor ganho médio diário (0,145 kg/dia) e menor espessura de gordura subcutânea (1,86 mm). Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre dieta e infecção para conversão alimentar, onde a conversão foi pior nos animais infectados da dieta com RP/NDT 71:597. Os pesos e rendimentos de carcaça sofreram variação em função das dietas. A maior contagem de OPG foi encontrada nos animais da RP/NDT 71:597 (3213,7). Animais das dietas de RP/NDT 71:597 e 186:696 apresentaram maior quantidade de *Haemonchus* recuperados. Houve influência da infecção para os valores de volume globular e proteínas plasmáticas totais, em que animais infectados apresentaram menor valor para essas variáveis). Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre dieta e infecção para o grau de anemia pelo método Famacha<sup>®</sup>, onde os animais infectados e alimentados com RP/NDT 71:597 apresentaram maior grau FAMACHA<sup>®</sup> (2,16) que os não infectados da mesma dieta (1,24). Houve interação entre dieta e infecção ( $P < 0,05$ ) para as concentrações de albumina, onde animais infectados da dieta de RP/NDT 71:597 apresentaram menores concentrações de albumina que os não infectados da mesma dieta. Dietas de RP/NDT 140:679 e 186:696 proporcionam aos animais suporte de nutrientes que permitem uma melhor situação de equilíbrio na relação entre parasita e hospedeiro, de forma que o plano nutricional a ser utilizado deve ser aquele mais adequado a cada tipo de propriedade e realidade do produtor.

**Palavras-chave:** nutrição, proteína metabolizável, síntese microbiana, verminose.

## ABSTRACT

The aim was to evaluate the effects of feeding different crude protein to total digestible nutrients (TDN) ratios on intake, performance, apparent digestibility and nutrient metabolism, carcass characteristics, parasitological and hematological parameters, and biochemical profile in lambs experimentally infected with *Haemonchus contortus*. A total of 40 male lambs with mean initial weight of  $18 \pm 1.2$  kg and five months old were housed in metabolic cages. The treatments were four different protein:TDN (CP/TDN) (71:597; 103:641; 140:679 and 186:696) to animals infected or not with *Haemonchus contortus*, totaling eight treatments and five replicates per treatment. A 4 x 2 factorial scheme (four crude protein to TDN ratios and two infection conditions) was used in a completely randomized design. Infection negatively influenced the dry matter intake, neutral detergent fiber intake ( $\text{g/kg}^{0.75}$ ), TDN intake ( $\text{g/kg}^{0.75}$ ), protein and neutral detergent fiber digestibilities, which were lower in infected animals. There was an interaction between diet and infection on gross, digestible and metabolizable energy intakes (Mcal/kgDM), in which infected animals fed CP/TDN 140:679 and 186:696 had lower intake than those not infected fed the same diets. Energy balance was negative for infected animals receiving CP/TDN 71:597. Purine absorption regard less of infection condition was higher in animals fed CP/TDN 140:679 and 186:696 than those receiving the diet with 71:597. Microbial protein synthesis was lower in infected animals fed CP/TDN 103:641 and 186:696. Infection decreased metabolizable protein intake in animals receiving CP/TDN 71:597; 140:679 and 186:696 diets. Infected animals had lower average daily gain (0.145 kg/day) and lower fat thickness (1.86 mm). There was an interaction ( $P < 0.05$ ) between diet and infection on feed conversion, in which conversion was worse in infected animals fed CP/TDN 71:597 diet. Carcass weights and yields varied according to the diets. The highest fecal egg count (FEC) was found in animals fed the ratio CP/TDN 71:597 (3213.7). Animals receiving CP/TDN 71:597 and 186:696 diets had higher number of *Haemonchus* recovered. The infection reduced the values of globular volume and total plasma proteins. There was an interaction ( $P < 0.05$ ) between diet and infection on the degree of anaemia assessed by the Famacha<sup>®</sup> method, in which infected animals fed CP/TDN 71:597 had higher Famacha<sup>®</sup> score (2.16) than those not infected receiving the same diet (1.24). There was an interaction between diet and infection ( $P < 0.05$ ) on albumin concentrations, in which infected animals receiving CP/TDN 71:597 had lower albumin concentrations than those not infected fed the same diet. Feeding CP/TDN 140:679 and 186:696 diets to lambs provides adequate nutrient supply that allows a better balance in the relationship between parasite and host. Then, the nutritional plan to be used should be the most suitable for each type of farm and farmer's reality.

**Keywords:** nutrition, metabolizable protein, microbial synthesis, verminosis.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais-----	47
Tabela 2.2. Proporção dos ingredientes utilizados e composição bromatológica das dietas experimentais.-----	48
Tabela 2.3. Consumo de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) em cordeiros alimentados com diferentes relações proteína e NDT, infectados com <i>Haemonchus contortus</i> .-----	52
Tabela 2.4 Composição bromatológica das sobras de cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com <i>Haemonchus contortus</i> .-----	54
Tabela 2.5. Consumo de carboidratos totais (CCHOT), carboidratos não fibrosos (CCNF) e consumo de extrato etéreo (CEE) em cordeiros alimentados com diferentes RP/ NDT, infectados com <i>Haemonchus contortus</i> .-----	55
Tabela 2.6. Desdobramento da interação entre dieta e infecção, sobre o consumo de fibra em detergente neutro (g.dia), consumo de fibra em detergente ácido (FDA) em g.dia e g.kg <sup>0,75</sup> , e consumo de extrato etéreo em g.dia, em cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com <i>Haemonchus contortus</i> .-----	56
----- Tabela 2.7. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB), da fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), carboidratos totais (DCHOT), carboidratos não fibrosos (DCNF), extrato etéreo (DEE) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com <i>Haemonchus contortus</i> .-----	58
----- Tabela 2.8. Desdobramento da interação entre dieta e infecção, sobre a digestibilidade dos carboidratos totais em cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com <i>Haemonchus contortus</i> .-----	60
Tabela 2.9. Balanço de compostos nitrogenados em cordeiros artificialmente com <i>Haemonchus contortus</i> , alimentados com diferentes relações de proteína e NDT.-----	61
Tabela 2.10. Desdobramento da interação entre dieta e infecção, para nitrogênio na urina, relação nitrogênio retido/ nitrogênio ingerido e relação Nitrogênio retido/ Nitrogênio absorvido em cordeiros artificialmente com <i>Haemonchus contortus</i> , alimentados com diferentes RP/NDT.-----	62
Tabela 2.11. Consumo de energia digestível, metabolizável e balanço energético em cordeiros artificialmente com <i>Haemonchus contortus</i> ,	

alimentados com diferentes RP/NDT.-----	64
Tabela 2.12. Desdobramento da Interação entre dieta e infecção para os consumos de energia digestível, energia metabolizável (Mcal.kgMS) e balanço energético (Mcal.kgMS e Mcal/kg0,75) em cordeiros artificialmente com <i>Haemonchus contortus</i> , alimentados com diferentes RP/NDT-----	65
Tabela 2.13. Valores de pH para animais infectados e não infectados e desdobramento da interação entre relação proteína energia e tempo, em cordeiros alimentados com diferentes relações proteína e NDT, artificialmente infectados com <i>Haemonchus contortus</i> .-----	66
Tabela 2.14. Média dos valores de N-NH <sub>3</sub> nos diferentes tempos de coleta e desdobramento da interação entre relação proteína energia e infecção, em cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com <i>Haemonchus contortus</i> -----	66
Tabela 2.15. Valores médios de proteínas totais e uréia sanguínea em cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com <i>Haemonchus contortus</i> -----	69
-----	
Tabela 2.16. Excreções urinárias (mmol.dia) dos derivados de purina, percentual dos derivados de purina, purinas absorvidas (mmol.dia), síntese de nitrogênio e proteína bruta microbiana (g.dia) e eficiência microbiana de cordeiros artificialmente com <i>Haemonchus contortus</i> , alimentados com diferentes RP/NDT.-----	71
-----	
Tabela 2.17. Desdobramento da interação entre dieta e infecção para excreções de alantoína, purinas totais, purinas absorvidas (mmol.dia), síntese de nitrogênio e proteína bruta e eficiência microbiana de proteína em cordeiros artificialmente com <i>Haemonchus contortus</i> , alimentados com diferentes RP/NDT.-----	72
Tabela 2.18. Interação entre dieta e infecção, para os valores de proteína degradável no rúmen (PDR), proteína não degradável no rúmen (PNDR), proteína bruta microbiana verdadeiramente digestível (PBMvd), proteína não degradável no rúmen digestível (PNDRd) e consumo de proteína metabolizável (CPM) em cordeiros artificialmente com <i>Haemonchus contortus</i> , alimentados com diferentes RP/NDT.-----	74
Tabela 3.1. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.-----	84
Tabela 3.2. Proporção dos ingredientes utilizados e composição bromatológica das dietas experimentais.-----	85
Tabela 3.3. Peso final (PF), escore de condição corporal inicial (ECCi), escore de condição corporal final (ECCf), ganho de peso médio diário	

(GMD) e consumo de matéria seca (CMS) e conversão alimentar (CA) de cordeiros artificialmente infectados com <i>Haemonchus contortus</i> , alimentados com dietas de diferentes RP/NDT.-----	89
Tabela 3.4. Desdobramento da interação para conversão alimentar de cordeiros artificialmente infectados ou não com <i>Haemonchus contortus</i> , alimentados com dietas de diferentes RP/NDT.-----	90
Tabela 3.5. Peso vivo ao abate (PVA), perdas por jejum (PPJ), peso de carcaça fria (PCF), peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça fria (RCF), rendimento de carcaça quente (RCQ) e perdas por resfriamento (PPR) de cordeiros artificialmente infectados com <i>Haemonchus contortus</i> , alimentados com dietas de diferentes RP/NDT----- -----	91
Tabela 3.6. Conformação, grau de acabamento, área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS), pH inicial e pH final da carcaça de cordeiros artificialmente com <i>Haemonchus contortus</i> , alimentados com dietas de diferentes RP/NDT.-----	93
Tabela 3.7. Medidas morfométricas da carcaça de cordeiros artificialmente com <i>Haemonchus contortus</i> , alimentados com dietas de diferentes RP/NDT.-----	93
Tabela 3.8. Pesos e rendimentos dos cortes comerciais de cordeiros artificialmente com <i>Haemonchus contortus</i> , alimentados com dietas de diferentes RP/NDT-----	95
Tabela 4.1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.-----	105
Tabela 4.2. Proporção dos ingredientes utilizados e composição bromatológica das dietas experimentais.-----	106
Tabela 4.3. Valores médios do número de ovos por grama de fezes (OPG) e contagem do número de <i>Haemonchus contortus</i> recolhidos após necropsia em cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com <i>Haemonchus contortus</i> .-----	110
Tabela 4.4. Valores médios de Volume globular (VG), Proteínas plasmáticas totais (PPT), Famacha©, uréia, albumina, gama glutamiltransferase (GGT), fosfatase alcalina (FA), aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), bilirrubina total (BT) e bilirrubina direta (BD) em cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com <i>Haemonchus contortus</i> .----- -----	113
Tabela 4.5. Desdobramento da interação entre dieta e infecção para os valores de FAMACHA© em ovinos alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com <i>Haemonchus contortus</i> .-----	115

Tabela 4.6. Desdobramento da interação entre dietas e condição de infecção para os valores de Albumina em cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com <i>Haemonchus contortus</i> .-----	116
Tabela 5.1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais-----	124
Tabela 5.2. Composição bromatológica das dietas experimentais-----	124
Tabela 5.3. Estimativa de investimento para implantação de infraestrutura-----	126
Tabela 5. 4 Simulação dos custos de produção considerando um rebanho de 150 animais em confinamento de acordo com os tratamentos experimentais e percentagens para cada um dos itens de despesa avaliados-----	127
Tabela 5.5. Indicadores de viabilidade econômica para as dietas experimentais por ano----- -----	128

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AH	Anti-helmínticos
AOL	Área de olho de lombo
ALT	Alanina aminotransferato
AST	Aspartato Aminotransferato
CA	Conversão alimentar
CC	Comprimento de carcaça
CCNF	Consumo de carboidratos não fibrosos
CED	Consumo de energia digestível
CEE	Consumo de extrato etéreo
CEM	Consumo de energia metabolizável
CFDN	Consumo de fibra em detergente neutro
CEM	Consumo de energia digestível
CMS	Consumo de matéria seca
CNDT	Consumo de nutrientes digestíveis totais
CHOT	Carboidratos totais
CNF	Carboidratos não-fibrosos
CPB	Consumo de proteína bruta
CPM	Consumo de proteína metabolizável
CV	Coeficiente de variação
CPM	Consumo de proteína metabolizável
DA	Digestibilidade Aparente
DCNF	Digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos
DCHOT	Digestibilidade aparente dos carboidratos totais
DEE	Digestibilidade aparente do extrato etéreo
DFDN	Digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro
DMS	Digestibilidade aparente da matéria seca
DP	Derivados de purina
DPB	Digestibilidade aparente da proteína bruta
EE	Extrato etéreo
ECCi	Escore de condição corporal inicial
EGS	Espessura de gordura subcutânea
FA	Fosfatase Alcalina
FDA	Fibra em detergente ácido

FDN	Fibra em detergente neutro
GGT	Gama glutamiltransferase
GMD	Ganho médio diário
GPT	Ganho de peso total
Kg/dia	Quilograma por dia
MN	Matéria natural
MS	Matéria seca
NDT	Nutrientes digestíveis totais
N-NH <sub>3</sub>	Nitrogênio amoniacal
NGI	Nematódeos gastrintestinais
NRC	NationalResearchCouncil
OPG	Ovos por grama de fezes
PA	Peso de abate
PB	Proteína bruta
PBMvd	Proteína bruta microbiana verdadeiramente digestível
PCF	Peso da carcaça fria
PCQ	Peso da carcaça quente
PDR	Proteína degradável no rúmen
pH	Potencial hidrogeniônico
PNDR	Proteína não degradável no rúmen
PNDRd	Proteína não degradável no rúmen digestível
PPJ	Perdas por jejum
PPR	Perdas por resfriamento
PPT	Proteínas plasmáticas totais
PVA	Peso vivo ao abate
IQR	Índice de quebra no resfriamento
RCF	Rendimento da carcaça fria
RCQ	Rendimento da carcaça quente
RP/NDT	Relação proteína e NDT



## SUMÁRIO

RESUMO GERAL .....	8
ABSTRACT .....	9
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	14
CAPÍTULO 1 .....	18
1.1 INTRODUÇÃO .....	18
1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	19
1.2.1 Ovinocultura no Brasil .....	19
1.2.2 Principais parasitos de ovinos .....	20
1.2.3 Resistência anti-helmíntica e resistência e resiliência animal .....	21
1.2.4 Influência da nutrição na resposta imunológica de ovinos .....	24
1.2.5 Influência da nutrição e verminose sobre os parâmetros produtivos .....	26
1.2.6 Métodos de avaliações do grau de infecção parasitária .....	27
1.2.7 Síntese de proteína microbiana .....	30
1.2.8 Referências Bibliográficas .....	33
Capítulo 2. Consumo, digestibilidade aparente e metabolismo de nutrientes em cordeiros artificialmente infectados com <i>Haemonchus contortus</i> .....	42
2.1 INTRODUÇÃO .....	44
2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	45
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	51
2.4 CONCLUSÃO .....	76
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	77
Capítulo 3. Desempenho e características de carcaça de cordeiros artificialmente infectados com <i>Haemonchus contortus</i> e alimentados com diferentes relações proteína e nutrientes digestíveis totais .....	81
3.1 INTRODUÇÃO .....	83
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	84
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	89
3.4 CONCLUSÃO .....	98
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	99
Capítulo 4. Parâmetros parasitológicos, hematológicos e bioquímicos de cordeiros artificialmente infectados com <i>Haemonchus contortus</i> , alimentados com dietas de diferentes relações proteína e nutrientes digestíveis totais .....	102
4.1 INTRODUÇÃO .....	104
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	105
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	110
4.4 CONCLUSÃO .....	117

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118
Capítulo 5. Avaliação econômica de dietas com diferentes relações proteína e nutrientes digestíveis totais em ovinos artificialmente infectados com <i>Haemonchus contortus</i> .....	121
5.1 INTRODUÇÃO.....	123
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	124
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	127
5.4 CONCLUSÃO.....	131
5.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132
6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	134

## CAPÍTULO 1

### 1.1 INTRODUÇÃO

A ovinocultura é uma atividade pecuária presente em praticamente todos os continentes devido sua capacidade de adaptação a diferentes climas, relevos e vegetações (KIJAS *et al.*, 2012). No Brasil, esta atividade está destinada tanto à exploração econômica como à subsistência das famílias de zonas rurais. Apesar do país apresentar baixo consumo da carne ovina, a ovinocultura brasileira vem apresentando nos últimos anos incrementos com relação à produção e a formalização da produção e consumo, de forma que o mercado dessa carne tende a expandir-se de forma significativa.

Um dos fatores que limitam a expansão da ovinocultura é a sanidade do rebanho, destacando-se as parasitoses gastrintestinais que, segundo Torres-Acosta e Hoste (2008), são responsáveis por elevadas perdas econômicas dentro do sistema de produção. Dentre os parasitos de ovinos, *Haemonchus contortus* se destaca como o de maior patogenicidade em função da sua prevalência e hábito hematófago, provocando anemia, perda de peso e ocasionando assim rebanhos de baixa produtividade.

Na tentativa de minimizar/resolver os efeitos decorrentes do parasitismo, têm-se feito o uso indiscriminado de anti-helmínticos (AH), o que segundo Catto *et al.* (2009) fez com que essas drogas perdessem suas eficácias devido ao desenvolvimento de resistência dos parasitos aos AH. Com isso, têm-se buscado alternativas que possam minimizar o uso de compostos químicos e reduzir dessa forma a resistência anti-helmíntica. Alguns estudos mostram que a nutrição correta pode aumentar a resistência do hospedeiro aos parasitos, reduzindo assim as perdas produtivas e taxas de mortalidade dos rebanhos causado pelo parasitismo gastrintestinal.

De acordo com Khan *et al.* (2012), quando se aumenta os níveis de proteína na dieta, os ovinos passam a apresentar maior resistência às parasitoses gastrintestinais. Isso ocorre, por que durante escassez de nutrientes a ativação do sistema imunológico do animal é reduzida, o que facilita o rápido estabelecimento dos parasitos.

Sabe-se que as exigências proteicas dos ruminantes são atendidas mediante a absorção intestinal de aminoácidos, oriundos principalmente da proteína

microbiana sintetizada no rúmen, que possui perfil de aminoácidos de excelente qualidade para serem absorvidos. Para atender as exigências de proteína metabolizável dos ruminantes é necessário conhecer a quantidade de proteína microbiana que chega ao intestino delgado, quantidade essa que depende da eficiência de produção microbiana e do fluxo microbiano (CAVALCANTE *et al.*, 2006).

Nesse contexto, surge a necessidade de pesquisas que busquem determinar se o aumento dos níveis nutricionais em termos de proteína e energia pode contribuir para que o animal consiga superar os efeitos deletérios da verminose, promovendo criações economicamente mais rentáveis.

## **1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1.2.1 Ovinocultura no Brasil**

A ovinocultura é uma atividade pecuária amplamente desenvolvida em todo o mundo. No Brasil há estimativa de 18,4 milhões de animais, sendo os maiores percentuais de criação 21,5; 17,2; 13,1; 12,5% respectivamente no Rio Grande do Sul, Bahia, Pernambuco e Ceará, e a região Nordeste concentra 60,5% do rebanho nacional seguida da região Sul representando 26,5% do efetivo da espécie, Centro-Oeste (5,6%), Sudeste (3,8%) e Norte (3,6%), segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016a).

A ampla difusão da espécie se deve principalmente ao seu poder de adaptação a diferentes climas, relevos e vegetações e desempenha um papel produtivo nas mais distintas regiões do Brasil. No semiárido brasileiro, a criação ovina exerce importante papel de fixação do homem à terra. Segundo Geron *et al.* (2012), existe um mercado com grande potencial para o consumo da carne ovina, o que aumenta a necessidade de melhoria nos sistemas de produção, visando aumento da produtividade e oferta regular do produto.

Madruga *et al.* (2005) comentam que a ovinocultura vem se apresentando como uma atividade promissora no agronegócio brasileiro, em virtude de o Brasil possuir baixa oferta para o consumo interno da carne ovina e dispor dos requisitos necessários para ser um exportador desta carne, como extensão territorial para

pecuária e clima tropical, o que possibilita produzir animais a custo inferior. Entretanto, estima-se que a atividade ainda é pouco explorada em muitas regiões em decorrência da falta de estrutura de comercialização, pouca qualidade das carnes, baixo potencial genético dos animais, existência de abates clandestinos e preços considerados elevados (ALVES *et al.*, 2012).

Em meio aos desafios que limitam a produtividade na ovinocultura, pode-se destacar a verminose como a enfermidade de maior relevância. Os parasitos nematódeos são os maiores responsáveis pelas perdas econômica na ovinocultura, devido a sua alta prevalência e elevada patogenicidade (AMARANTE *et al.*, 2004) e possivelmente são a principal causa de ineficiência na produção de ovinos.

Segundo Nicolodi *et al.* (2010) e Costa *et al.* (2011) diversos fatores como raça, idade, nutrição, ordem de parto, estado fisiológico das ovelhas, dentre outros, contribuem para aumentar a população do parasito no animal. Dessa forma, em razão de sua importância econômica e social, a ovinocultura requer medidas de manejo adequadas para que possa superar os desafios existentes, desenvolver-se e consolidar-se como atividade produtiva de mercado (MACIEL *et al.*, 2006).

### 1.2.2 Principais parasitos de ovinos

Os ovinos são parasitados principalmente por parasitos pertencentes ao filo *Trematoda*, *Cestoda* e *Nematoda*, sendo os nematodas os de maior importância devido a sua maior patogenicidade. Várias espécies de nematoides podem parasitar os ovinos simultaneamente, sendo a variedade destas espécies influenciadas pelas condições ambientais, de manejo e frequência de tratamentos anti-helmínticos (AMARANTE, SILVA e RAGOZO, 2015). Conforme esses autores, *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Strongyloides papillosus* e *Oesophagostomum columbianum* são os nematóides que apresentam a maior prevalência e maior intensidade de infecção.

Segundo Hansen e Perry (1990), a intensidade dos efeitos produzidos pelos parasitos é proporcional ao nível de infecção, que por sua vez depende do número de larvas infectantes ingeridas, da resistência do hospedeiro, do manejo dos animais, da utilização de AH, da exposição à fonte e da condição nutricional dos animais infectados, além da espécie parasitária.

Embora os ovinos possam ser infectados simultaneamente por diferentes espécies de nematódeos, o principal parasito que acomete os ovinos, certamente por apresentar características como: prevalência, patogenicidade e intensidade da infecção é *Haemonchus contortus* (O'CONNOR *et al.*, 2006, ALBA-HURTADO e MUÑOZ-GUZMÁN, 2013), acarretando sérios prejuízos econômicos na ovinocultura mundial (COSTA *et al.*, 2007; AFONSO *et al.*, 2013).

*Haemonchus contortus*, está presente em regiões tropicais e temperadas (LEE, *et al.*, 2011), desafia a saúde dos animais, causando anemia, hipoproteinemia, perda de peso e até a morte em casos mais severos (BURKE *et al.*, 2012). A patogenicidade se dá em função do hábito hematófago desse verme, que se localiza no abomaso onde provoca diversas lesões e segundo Taylor *et al.* (2007), um verme adulto pode sugar do hospedeiro cerca de 0,05 mL de sangue ao dia, o que é determinante para provocar a anemia.

O ciclo biológico deste helminto, inicia-se com os parasitos adultos dentro do abomaso, com grande capacidade de oviposição, cujos ovos morulados são eliminados nas fezes. No bolo fecal, em presença de oxigênio, os ovos eclodem em larvas de primeiro estágio (L1), que se alimenta de microrganismos neste ambiente e faz a muda para a larva de segundo estágio (L2). Em poucos dias, essa larva L2 transforma-se na larva de terceiro estágio, a L3, que é infectante. A L3 irá iniciar sua migração para fora do bolo fecal em busca de ser ingerida pelo hospedeiro e no tubo digestivo, evoluem para muda (L4) e, em seguida, alcançam a fase adulta (FREITAS, 1981; AMARANTE, 2014).

### **1.2.3 Resistência anti-helmíntica e resistência e resiliência animal**

Atualmente, o controle parasitário de ovinos baseia-se no uso de compostos antiparasitários de amplo espectro, na maioria das vezes, administrados de forma empírica, não se levando em consideração as características clínicas e os fatores epidemiológicos da região, os quais interferem na população parasitária ambiental e na reinfecção do rebanho (CEZAR *et al.*, 2010). O uso de anti-helmínticos (AH), geralmente é feito tanto para prevenção de infecção como para tratar os animais já infectados. Como consequência, esse uso indiscriminado pode promover a seleção de espécies de parasitos mais resistentes aos princípios medicamentosos usualmente encontrados no mercado (SANTOS; VOGEL e MONTEIRO, 2012). O

desenvolvimento de resistência AH em populações de vermes é um fenômeno, e encontra-se em constante expansão (JACKSON e COOP, 2000). Além da resistência a AH, o uso indiscriminado pode contaminar o ambiente, notadamente o solo, gerando perdas econômicas e ambientais (KUNSA e ABEBE, 2009).

A resistência a AH é conhecida como a habilidade de uma população de parasitos em resistir a doses de vermífugos que poderiam ser letais para populações vulneráveis (TORRES-ACOSTA e HOSTE, 2008). O diagnóstico é positivo para “resistência” quando uma determinada droga que apresentava redução da carga parasitária acima de 95% decresce a nível inferior a este valor contra o mesmo organismo depois de determinado período (MOLENTO, 2005).

A resistência apresenta três componentes: estabelecimento, desenvolvimento e dispersão. O estabelecimento é amplamente influenciado pelo tamanho e diversidade da população e taxa de mutação do gene envolvido (SUTHERST e COMINS, 1979). Quanto mais elevados estes fatores, maior será a probabilidade da existência do alelo para a resistência. Segundo Molento (2005), uma população de helmintos é composta por indivíduos, na sua maioria, homocigoto susceptível, poucos indivíduos heterocigotos e uma parcela mínima de homocigoto resistente. Os organismos resistentes passam então seus alelos para os seus descendentes, permitindo o início do processo de seleção, logo após o primeiro contato com um composto antiparasitário.

O desenvolvimento da resistência deve-se ao uso do agente seletivo, neste caso, o anti-helmíntico (SUTHERST e COMINS, 1979). A grande frequência de tratamentos seleciona para resistência diminuindo a vida útil do fármaco (BARNES e DOBSON, 1990), uma vez que após detectada a resistência muda-se a base química e inicia-se então o tratamento dos animais com um novo produto, observando-se um segundo processo de seleção independente. Por último, o processo de dispersão dos genes na população é realizado pela migração e fluxo gênico (HUMBERT *et al.*, 2001). Logo, os processos de desenvolvimento e dispersão são influenciados pela biologia e manejo dos parasitos responsáveis pela resistência. Desta forma, após certo período de tempo, a população será composta por indivíduos que apresentam resistência múltipla as famílias de drogas.

O aumento de relatos de resistência a múltiplas drogas foi constatado por diversos autores. Silveira *et al.* (2013), ao testarem três vermífugos (Abamectina, Moxidectina e Closantel+Albendazol) em um rebanho criado intensivamente não

verificaram eficiência de nenhum dos tratamentos testados. Do mesmo modo, Barbosa *et al.* (2013) identificaram 100 % de eficiência em apenas um, de 9 princípios ativos anti-helmínticos testados. Cezar *et al.* (2010) avaliando a múltipla resistência de nematóides gastrointestinais a nove diferentes drogas em um bando de ovelhas no sul do Brasil encontraram resistência parasitária a todas as classes de medicamentos testados. Resultados semelhantes também foram encontrados por Veríssimo *et al.* (2012) e Sczesny-Moraes *et al.* (2010). Segundo Torres-Acosta e Hoste (2008), a resistência anti-helmíntica em nematódeos gastrintestinais de pequenos ruminantes, tem sido descrita para todos os grupos químicos disponíveis no mercado.

Dentre as estratégias recomendadas para diminuir a seleção para a resistência AH estão a redução da frequência de tratamentos com AH, evitar a subdosagem, rotação anual dos grupos de AH, nutrição adequada e a integração do tratamento AH e manejo de pastagens (ANON, 1989; BARNES *et al.*, 1995).

Frente ao problema da resistência anti-helmíntica, têm-se buscado encontrar alternativas ao uso de vermífugos. Entretanto, a habilidade do animal em tolerar a verminose ainda não foi completamente elucidada. Sabe-se que é uma característica multifatorial, com componentes genéticos, imunológicos, fisiológicos e nutricionais, que variam entre as raças e também entre indivíduos, o que determina três biótipos distintos: resistente, sensível e resiliente (ALBERS *et al.*, 1987; AMARANTE *et al.*, 2004).

A resistência é a capacidade do hospedeiro de impedir o desenvolvimento de parasitos, podendo diminuir o estabelecimento das L3, retardar o crescimento dos parasitos, reduzir a produção de ovos ou eliminar os parasitos existentes (TORRES-ACOSTA e HOSTE, 2008). Resiliência é a capacidade do hospedeiro de resistir à infecção parasitária com compensações metabólicas. Os susceptíveis são os que não controlam as infecções, permitindo assim o estabelecimento e o desenvolvimento dos nematoides e perece devido aos seus efeitos.

A imunidade dos animais desempenha papel muito importante na resistência à verminose. Fatores etários, raciais, individuais e de condição fisiológica interferem na resposta do hospedeiro contra os parasitos. Silva e Fonseca (2011), verificaram que, entre as fêmeas das raças Lacaune, Bergamácia, Santa Inês e Sem Padrão de Raça Definido (SPRD), as da raça Lacaune foram as mais sensíveis à infecção por helmintos e as da raça Santa Inês as mais resistentes. Bricarello *et al.* (2004),



observaram maior resistência de cordeiros da raça Crioula lanada quando comparados aos da raça Corriedale. Amarante *et al.* (2004), observaram em cordeiros Santa Inês e Suffolk, mantidos sob as mesmas condições de manejo, que aproximadamente, 70 % dos animais Santa Inês mostraram-se resistentes às infecções por nematódeos gastrintestinais, enquanto aproximadamente 80 % dos Suffolk se mostraram susceptíveis.

#### **1.2.4 Influência da nutrição na resposta imunológica de ovinos**

Embora sejam crescente o desenvolvimento e a adoção de programas alternativos de controle parasitário (MOLENTO *et al.* 2011), visando à redução do uso de AH, as atuais medidas de controle ainda dependem fortemente do uso desses compostos. Sabe-se que o processo de seleção de parasitos resistentes após sua exposição aos produtos químicos é inevitável e, além disso, o desenvolvimento/comercialização de novas drogas é lento e excessivamente caro (GEARY, 2013). Assim, é de extrema importância prolongar a vida útil dos produtos existentes, por meio de sua utilização estratégica e seletiva, a fim de manter o adequado controle do parasitismo.

A manipulação nutricional é considerada como uma ferramenta que pode ajudar a controlar infecções com nematóides gastrintestinais (NGI) em ovinos e caprinos, reduzindo a dependência de tratamentos convencionais com AH (TORRES-ACOSTA *et al.*, 2012). A interação entre o nível de nutrição e a capacidade dos animais para lidar com parasitos internos tem sido reconhecida em algumas pesquisas (DOBSON e BAWDEN, 1974; MUKASA-MUGERWA *et al.*, 1991; COOP e HOLMES, 1996; ANINDO *et al.*, 1998). O efeito prejudicial da nutrição sobre os NGI foi considerado como decorrente de efeitos nutricionais indiretos (modulação nutricional das respostas imunes do hospedeiro), ou efeitos nutricionais diretos (decorrentes da ingestão de metabólitos secundários de plantas antiparasitárias), (COOP e KYRIAZAKIS, 2001).

A princípio, a fim de assegurar a sobrevivência, o combate contra os parasitos e a recuperação dos tecidos lesados tem prioridade em relação às demais funções corporais nos animais infectados. Porém, em algumas circunstâncias, não é isso o que se observa: o crescimento, a prenhez e a lactação tem prioridade em detrimento da expressão da imunidade, o que explicaria, em parte, a grande susceptibilidade à

infecção dos animais nessas fases. Segundo Houdijk, (2012), durante escassez de nutrientes, muitas funções corporais são penalizadas, incluindo funções imunológicas, que regulam o estabelecimento, a fecundidade e a sobrevivência de NGI dentro do hospedeiro, dessa forma a suplementação de nutrientes pode aumentar a resistência do hospedeiro.

Torres-Acosta *et al.* (2012) relataram que o adequado fornecimento de proteína e energia reduz os efeitos negativos das helmintoses em ovinos pelos seguintes aspectos: redução do impacto patofisiológico dos NGI, aumento da produtividade, redução das infecções naturais, diluição da contagem de ovos de nematódeos nas fezes, mudança no padrão de consumo a campo, possível efeito AH dos suplementos e a própria economicidade dos sistemas alimentares pelo incremento no uso dos nutrientes pelos animais. Dentre os nutrientes a serem supridos, a energia tem recebido atenção especial por ser de fundamental importância para o funcionamento dos órgãos vitais, a atividade e renovação das células e processos de utilização dos nutrientes, entre outros (ZUNDT *et al.*, 2001).

Veloso *et al.* (2004) avaliaram os efeitos da suplementação proteica no controle da verminose e nas características de carcaça de ovinos Santa Inês e constataram que animais alimentados com a dieta com alta proteína (19%) e medicados apresentaram número menor de endoparasitos, diminuindo assim o grau de infecção e melhores características de carcaça. Bricarello *et al.* (2005), avaliaram a influência do suprimento de proteína dietética na resistência a infecções com *Haemonchus contortus* em cordeiros Ile de France e Santa Inês submetidos a dietas isoenergéticas com teor alto ou médio de proteína metabolizável (129g/kg e 75g/kg de matéria seca, respectivamente). Os cordeiros Santa Inês que receberam dieta com alto teor de proteína apresentaram maior resistência às infecções em comparação com os animais dos outros grupos.

Estudos mais detalhados podem atestar que o uso da relação proteína:energia dietética adequada para ovinos seria uma estratégia viável economicamente para a redução e possível controle das infecções parasitárias pela contribuição dos suplementos proteicos e energéticos à resistência animal (HOUDJIK *et al.*, 2012), uma vez que para uma melhor eficiência da utilização dos nutrientes é necessário que os substratos estejam em perfeita harmonia (balanceados) de forma que o crescimento microbiano não seja limitado e não limite também, o aporte de nutrientes para o ruminante.

### 1.2.5 Influência da nutrição e verminose sobre os parâmetros produtivos

A ovinocultura de corte brasileira, quando praticada em sistema de produção extensivo, é caracterizada por apresentar baixos índices, pois os animais estão submetidos à irregularidade na disponibilidade de forragem, tendo como consequência a redução do ganho de peso dos animais, abates tardios, quantidade de carne incompatível com a demanda e irregularidade na oferta de produtos cárneos (PEREIRA *et al.*, 2013). Dessa forma, melhorar a dieta do animal, fornecendo nutrientes necessários para expressarem todo seu potencial pode resultar em melhoria na oferta de proteína animal, já que a dieta em si pode influenciar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes e, como consequência imediata, o desempenho dos animais.

O nível de infecção parasitária está diretamente relacionado ao desempenho produtivo e reprodutivo dos animais (SYKES e GREER, 2003; HOSTE *et al.*, 2005; KNOX *et al.*, 2006), influenciando diretamente na taxa de crescimento, (ARSENOS *et al.*, 2007), menor ganho de peso e menor deposição de tecidos, além de aumento da mortalidade no rebanho e gastos com AH (AMARANTE *et al.*, 2009). Altos níveis de infecção podem aumentar as exigências energéticas e proteicas de manutenção, com consequente menor disponibilidade de nutrientes para produção (NRC, 2007). Os endoparasitos são responsáveis por efeitos relacionados à diminuição do consumo voluntário de alimentos e à capacidade de digerir os alimentos e absorver nutrientes ou com a utilização ineficiente destes nutrientes para o crescimento (HOLMES, 1987), dessa forma, apresentando efeito direto sobre o peso corporal que é o elemento regulador dos abates se constituindo em uma das variáveis mais utilizadas para mensurar os efeitos deletérios das parasitoses.

O principal responsável pelo valor comercial da carcaça é o rendimento, o qual depende do conteúdo do trato gastrintestinal, que varia de 8 a 18% do peso corporal, de acordo com a alimentação previamente ao abate (SAINZ, 1996). A espécie ovina apresenta rendimentos de carcaça que variam de 40 a 50%. Animais parasitados e/ou recebendo alimentação pobre em nutrientes, tendem a ter baixo ganho de peso e conseqüentemente baixo peso ao abate.

Veloso *et al.* (2004) avaliaram os efeitos da suplementação proteica e do tratamento anti-helmíntico na infecção natural por parasitos e nas características de carcaça de ovinos da raça Santa Inês. Os animais alimentados com a dieta com alta

proteína (19%) e medicamentos apresentaram índices superiores para peso corporal ao abate (40,6 kg), peso da carcaça quente (18,8 kg) e comprimento externo da carcaça (88,0 cm), em relação aos cordeiros dos demais tratamentos (suplementados com 19% de proteína e sem tratamento anti-helmíntico e suplementados com 11% de proteína com e sem tratamento anti-helmíntico).

Costa (2010), avaliou as características da carcaça e da carne de borregas de diferentes grupos genéticos submetidas ou não à infecção por *Haemonchus contortus* e encontrou menores peso ao abate, e pesos de carcaça quente e fria nas borregas infectadas quando comparadas com o grupo de borregas não infectadas. Houve uma perda de 9,4% em média nos pesos dessas variáveis para as borregas infectadas.

Alves *et al.* (2003) avaliando níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês sobre as características de carcaça e constituintes corporais, encontraram efeito linear crescente para peso e rendimento da carcaça quente e peso e rendimento da carcaça fria, para os níveis de 2,42; 2,66; e 2,83 Mcal de energia metabolizável (EM).

### **1.2.6 Métodos de avaliações do grau de infecção parasitária**

Os parâmetros normalmente utilizados para diagnóstico das infecções por helmintos nos animais domésticos são: volume globular (VG), proteína plasmática total (PPT), contagem de ovos por grama de fezes (OPG), e classificação do grau de anemia pelo método FAMACHA®. Estes parâmetros acima citados, além de serem utilizados para avaliar e diagnosticar o grau de infecções parasitárias, caracterizam animais resistentes e susceptíveis aos nematóides, sendo denominados de marcadores fenotípicos (BRICARELLO *et al.*, 2007 e MOLENTO *et al.*, 2004)

A contagem de OPG (GORDON; WITHLOCK, 1939) é o parâmetro mais utilizado para monitorar a verminose em ovinos (GOOD *et al.*, 2006). É o exame caracterizado de maior precisão na obtenção de resultados com maior média de variação significativa (THOMAZ SOCCOL *et al.*, 2004). As desvantagens deste método está na irregularidade da passagem de ovos pelo trato digestório, fazendo com que em muitas vezes as amostras de fezes não acusem nenhum ovo, quando na verdade o animal está altamente parasitado (BENAVIDES, 2008). Após a contagem de OPG, de acordo com Ueno e Gonçalves, (1998) o grau de infecção

dos animais é classificado de acordo com o número de OPG em infecção leve, (OPG < 1000), moderada (1000-2000) e elevada ou pesada (>2000).

O volume globular (VG) corresponde à porcentagem de hemácias presentes no sangue total, referindo-se ao número e a dimensão dos glóbulos vermelhos. Os estudos do sangue na área de produção animal têm evidenciado que o hemograma tem sido usado como um exame adicional para avaliar o nível de saúde do animal e que, dos valores adquiridos para os elementos que constituem o eritrograma, a análise do volume globular é a que contém melhor acurácia e é mais simples de ser executada (ROBERTO *et al.*, 2010). Valores reduzidos de volume globular estão associados à anemia e valores elevados podem indicar desidratação (devido à perda de líquidos por processos evaporativos de dissipação de calor). Os valores normais de VG para a espécie ovina encontra-se na faixa de 27-45 (JAIN, 1993). A recomendação para vermifugação deve ser feita em animais com VG de 22 a valores inferiores segundo Molento *et al.* (2004).

A avaliação de proteínas totais, simultaneamente à determinação do volume globular são utilizadas para diagnosticar desidratação ou policitemia. Baixos níveis de proteínas totais indicam a ocorrência de desidratação nos animais, enquanto altos níveis de proteínas plasmáticas indicam um quadro de policitemia (JAIN, 1993; LOPES *et al.*, 2007).

O método FAMACHA© (*Faffa Malan Chart*), desenvolvido na África do Sul, baseia-se no princípio da relação existente entre a coloração da mucosa conjuntiva ocular e os valores do VG, conforme Van Wyket *et al.* (1997). Esse método permite identificar ovinos com sinais de anemia causada por *Haemonchus contortus*. É a técnica mais conhecida de tratamento seletivo, uma vez que são vermifugados apenas os animais que apresentam anemia clínica (MOLENTO, 2005). A principal característica deste método é a identificação de animais resistentes e resilientes no rebanho, sendo possível a seleção de animais que não necessitam receber tratamento antiparasitário (MOLENTO *et al.*, 2004). O cartão do método Famacha© segundo Molento *et al.* (2004), permite a avaliação da mucosa ocular por meio dos diferentes tons de coloração, variando de vermelho-robusto até o quase branco, que está correlacionada com o grau de parasitismo por *Haemonchus contortus*. Desta forma, é possível realizar o controle dos nematódeos, reduzindo o número de aplicações anti-helmínticas nos animais.

O método famacha mostrou-se eficaz na identificação de animais que necessitam tratamento antiparasitário e no controle de *Haemonchus contortus* (MARQUES *et al.*, 2013; MACEDO *et al.*, 2014; NUNES NETO *et al.*, 2014; FERNANDES *et al.*, 2015; HAFIZ *et al.*, 2016; SANTANA *et al.*, 2016). Sotomaior *et al.* (2007), através dos parâmetros acima citados caracterizaram ovinos mestiços e da raça Hampshire Down como resistentes e susceptíveis, respectivamente. Zaros *et al.* (2009), também identificaram animais resistentes e susceptíveis, dentro de um rebanho de animais da raça Somalis Brasileira.

A anemia representa um dos efeitos mais graves da hemonose, provocando perda sanguínea e conseqüentes alterações em seus constituintes. Dessa forma, a avaliação da função hepática compreende um elenco de provas bioquímicas que refletem o estado geral do fígado e o estado nutricional do animal. A ureia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais à concentração de amônia produzida no rúmen e sua concentração está diretamente relacionada aos níveis proteicos da ração e à relação proteína e energia da dieta. Segundo Chizzotti *et al.* 2007, o teor de nitrogênio ureico no plasma sanguíneo tem sido utilizado para obtenção de informações complementares sobre o perfil da nutrição proteica de ruminantes, envolvendo a resposta metabólica destes animais à determinada dieta.

A enzima aspartato aminotransferase (AST) está presente em maior concentração nos hepatócitos e nas células musculares (esqueléticas e cardíacas) de todas as espécies. O aumento da atividade sérica da AST pode ser causado por necrose e lesão subletal de hepatócitos e de células musculares (THRALL, 2006). A albumina é a proteína mais abundante do plasma ou soro e é utilizada como indicador da função hepática e estado nutricional do animal e além de atuar no transporte de diversos metabólitos, principalmente de ácidos graxos livres e hormônios, constitui reserva de proteína lábil do animal em estado de carência nutricional. Segundo Thrall *et al.* (2015), a concentração de albumina pode ser afetada além da função hepática, pelos processos inflamatórios orgânicos, pelo parasitismo, equilíbrio hidroeletrolítico que pode diluir ou concentrar a albumina, e nível nutricional que o animal está exposto pode influenciar na produção e no consumo da mesma.

A enzima  $\gamma$  glutamiltransferase (GGT) é considerada uma enzima de indução. No entanto, a lesão hepática aguda pode provocar aumento imediato da atividade sérica de GGT, possivelmente devido a liberação de fragmentos de membrana que

contem GGT. A Fosfatase Alcalina (FA) é uma enzima de indução sintetizada no fígado, nos osteoblastos, nos epitélios intestinal e renal e na placenta. Porém, os hepatócitos respondem pela maior parte da atividade sérica normal de FA. O aumento da produção e de sua atividade sérica pode ser notado em casos de maior atividade osteoblástica, colestase, indução por drogas e várias doenças crônicas, inclusive neoplasias (THRALL, 2006).

As bilirrubinas são produtos da degradação celular e sua formação depende da biossíntese e degradação dos grupos heme, presentes principalmente nas hemácias (GONZALEZ e SILVA, 2006). Em condições normais os eritrócitos velhos são destruídos a uma taxa constante, contudo em doenças hemolíticas essa taxa pode estar elevada acima do normal (THRALL *et al.*, 2015). Segundo esses autores, os eritrócitos são fagocitados e sua hemoglobina catabolizada, a globina transformada em aminoácidos e a porção heme dando origem a ferro e protoporfirina, a qual é transformada em biliverdina, e em seguida bilirrubina livre; a bilirrubina livre liga se a albumina e é liberada na corrente sanguínea onde vai até o fígado, uma vez nos hepatócitos a bilirrubina origina a bilirrubina direta.

### **1.2.7 Síntese de proteína microbiana**

O aumento na produção dos animais ruminantes pode ser obtido através da maximização da eficiência microbiana ruminal. Trabalhos de pesquisa indicam que a proteína microbiana ruminal responde, em média, por 59% da proteína que chega ao intestino delgado (CLARK, KLUSMEYER e CAMERON, 1992) e essa proteína pode ser estimada por meio do conhecimento da síntese microbiana.

A proteína microbiana é sintetizada no processo fermentativo de degradação ruminal a partir de proteína dietética, proteína microbiana reciclada, nitrogênio reciclado via saliva e sangue, ou mesmo fontes de nitrogênio não proteico (TEIXEIRA e SALVADOR, 2004). Durante a passagem do alimento pelo rúmen, parte da proteína ingerida é degradada a peptídeos pelas proteases, que são posteriormente catabolizados a aminoácidos e estes à amônia, ácidos graxos e CO<sub>2</sub>. Os produtos da degradação formados no rúmen, em particular a amônia, são usados por microrganismos na presença de fontes de energia (carboidratos) para a síntese de proteína e outros constituintes celulares dos microrganismos, como ácidos nucléicos (KOZLOSKI, 2011).

Essa proteína tem como principais características ser uma fonte de alta qualidade de aminoácidos disponíveis para a absorção, e um perfil de aminoácidos essenciais semelhantes àqueles do leite e dos tecidos e grande maioria dos aminoácidos absorvidos pelos ruminantes é oriunda da proteína microbiana sintetizada no rúmen.

Para incorporação do nitrogênio pelas bactérias há necessidade de uma fonte de energia disponível. A adição de carboidratos na dieta promove diminuição na concentração de amônia no rúmen de modo que a velocidade desse processo vai depender do tipo de fonte de energia utilizada. Carboidratos solúveis aumentam a velocidade com que a amônia é utilizada pelos microrganismos e, conseqüentemente, aumentam a síntese de proteína microbiana. A sincronização entre a disponibilidade de energia com o nitrogênio dietético é o fator mais importante para a eficiência de utilização do nitrogênio pelos microrganismos do rúmen (RIHANI *et al.*, 1993).

As exigências dietéticas de proteína metabolizável para os ruminantes são atendidas mediante a absorção no intestino delgado da proteína microbiana verdadeira e da proteína dietética não degradada no rúmen (VALADARES FILHO, 1995). A quantificação da proteína microbiana sintetizada é importante como indicador da eficiência de utilização da energia consumida e da contribuição da quantidade de proteína microbiana no aporte total de proteína absorvida no intestino, sendo incorporado a vários sistemas de avaliação de alimentos (CHEN e GOMES, 1992; VALADARES FILHO, 1995).

Conforme Amarante *et al.* (2009), ovinos acometidos com helmintoses requerem maiores proporções de proteína metabolizável na dieta. Esse maior requerimento pode desviar a síntese proteica dos músculos e ossos para reparar e reagir as lesões abomasais provocadas pelo *Haemonchus contortus*. Assim, se faz necessário quantificar a síntese de proteína microbiana nesses animais, para melhor entendimento de como a nutrição pode contribuir para melhorar o desempenho dos animais, mesmo acometidos com helmintoses.

A obtenção de dados da produção de proteína microbiana no rúmen tem sido lenta, principalmente pelo fato de a maioria dos métodos estabelecidos serem trabalhosos, demorados e requererem animais fistulados no abomaso ou intestino delgado. Pesquisas confirmam a relação entre produção de proteína microbiana e excreção urinária de derivados de purinas (DP) (VAGNONI *et al.*, 1997; OLIVEIRA *et*



*al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2001; MENDONÇA *et al.*, 2004, OJEDA, *et al.*, 2005). Para o estabelecimento desta relação, assume-se que os ácidos nucleicos presentes no duodeno são de origem predominantemente microbiana e que, após a digestão intestinal, as bases púricas, adenina e guanina, são absorvidas, catabolizadas e excretadas na urina como hipoxantina, xantina, ácido úrico e, principalmente, alantoína (PEREZ *et al.*, 1996). A excreção de DP na urina representa uma alternativa de técnica simples e não invasiva (GONZALEZ-RONQUILLO *et al.*, 2004).

Essa técnica apresenta vantagens como rapidez e facilidade na obtenção de amostras. Por se tratar de um método não invasivo, ou seja, sem a necessidade da utilização de animais fistulados, evita alterações do comportamento ingestivo e possui um baixo custo quando comparado às outras metodologias.

### 1.2.8 Referências Bibliográficas

AFONSO, V.A.C.; COSTA, R.L.D.; SOARES FILHO, C.V.; CUNHA, E.A.; PERRI, S.H.V.; BONELLO, F.L. Supplementation with protect edfatto manage gastrointestinal nematode infections in Santa Iness heep. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.3, p.1227-1238, 2013.

ALBA-HURTADO, F.; MUÑOZ-GUZMÁN, M. A. Immune Responses Associated with Resistance to Haemonchosis in Sheep. **BioMed Research International**, 2013.

ALBERS, G. A. A.; GRAY, G. D.; PIPER, L. R.; BARKER, J. S. F.; LE JAMBRE, L. F.; BARGER, I. A. The genetics of resistance and resilience to *Haemonchus contortus* infection in young merino sheep. **International Journal for Parasitology**, v. 17, n. 7, p. 1355–1363, 1987.

ALVES, K.S.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; VERAS, A. S. C.; MEDEIROS, A. N.; NASCIMENTO, J. F.; NASCIMENTO, L. R. S.; ANJOS, A. V. A. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1927-1936, 2003.

ALVES, E. M.; PEDREIRA, M. S.; AGUIAR, L. V.; COELHO, C. P.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, M. P. Silagem de sorgo com e sem tanino em substituição à silagem de milho na alimentação de ovinos: desempenho e características de carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 13, n. 2, p. 157 - 164, 2012.

AMARANTE, A.F.T.; BRICARELLO, P.A.; ROCHA, R.A.; GENNARI, S.M. Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France sheep to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. **Veterinary Parasitology**, v. 120, n. 1- 2, p. 91-106, 2004.

AMARANTE, A.F.T.; SUZIN, I.; ROCHA, M.B.; MENDES, C.Q.; PIRES, A.V. Resistance of Santa Ines and crossbred ewes to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. **Veterinary Parasitology**, v.165, n.3, p.273-280, 2009.

AMARANTE, A. F. T. **Os parasitos de ovinos**. São Paulo: UNESP Digital, 2014.  
Disponível em:  
<<http://editoraunesp.com.br/catalogo/9788568334423,os-parasitos-de-ovinos>>.

AMARANTE, A.F.T., SILVA B.F., RAGOZO A. M. A. **Os Parasitos de Ovinos**. EditoraUnesp. 2015. 266 p.

ANINDO, D.; TOÉ, F.; TEMBELY, S.; MUKASA-MUGERWA, E.; LAHLOU-KASSI A.; SOVANI, S. Effect of molasses-urea-block (MUB) on dry matter intake, growth, reproductive performance and control of gastrointestinal nematode infection of grazing Menz ram lambs. **Small Ruminant Research**, v. 27, p. 63–71, 1998.

ANON. **Anthelmintic resistance**. Standing Committee on Agricultural Technical Report Nº 28 CSIRO, 1989.

ARSENOS, G.; FORTOMARIS, P.; PAPADOPOULOS, E.; KUFIDIS, D.; STAMATARIS, C.; ZYGOYIANNIS, D. Meat quality of lambs of indigenous dairy Greek breeds as influenced by dietary protein and gastrointestinal nematode challenge. **Meat Science**, Barking, v. 76, n. 4, p. 779-786, 2007.

BARBOSA, C. M. P.; RODRIGUES, L. T.; CURY, I. T. S.; CURCI, V. C. L. M.; CARDOSO, D. Teste de eficácia de anti-helmínticos em caprinos em uma propriedade de Araçatuba, Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, v.23, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Paraná: Zootec, 2013.

BARNES, E. H.; DOBSON, R. J. Population dynamics of *Trichostrongylus colubriformis* in sheep: Computer model stimulate grazing systems and the evaluation of anthelmintic resistance. **International Journal for Parasitology**, v. 20, p. 823-831. 1990.

BARNES, E. H.; DOBSON, R. J.; BARGER, I. A. Worm control and anthelmintic resistance: adventures with a model. **Parasitology Today**, v. 11, p. 56-63, 1995.

BENAVIDES, M. V. Prós e contra da resistência genética dos ovinos aos helmintos gastrintestinais: Embrapa Pecuária Sul, Embrapa Pecuária Sul. **Circular técnica**, v.33 p. 79, 2008.

BRICARELLO, P. A.; AMARANTE, A. F.; ROCHA, R. A.; CABRAL FILHO, S. L.; HOUNTLEY, J. F.; HUNTLEY, J. F. G.; ABDALLA, A. L.; GENNARI, S. M. Influence of dietary protein supply on resistance to experimental infections with *Haemonchus contortus* in Ile de France an Santa Ines lambs. **Veterinary Parasitology**, v. 134, n. 1-2, p. 99-109, 2005.

BRICARELLO, P. A.; GENNARI, S. M.; OLIVEIRA-SERQUEIRA, T. C. G. Worm burden and immunological responses in Corriedale and Crioula lanada sheep following natural infection with *Haemonchus contortus*. **Small Ruminant Research**, v. 51, n. 1, p. 75-83, 2004.

BRICARELLO, P. A.; ZAROS, L. G.; COUTINHO, L. L.; ROCHA, R. A.; KOOYMAN, F. N. J.; DE VRIES, E.; GONÇALVES, J. R. S.; LIMA, L. G.; PIRES, A. V.; AMARANTE, A. F. T. Field study on nematode resistance in Nelore-breed cattle. **Veterinary Parasitology**, v. 148, p. 272-278, 2007.

BURKE, J. M.; MILLER, J. E.; MOSJIDIS, J. A.; TERRILL, T. H. Use of a mixed sericea lespedeza and grass pasture system for control of gastrointestinal nematodes in lambs and kids. **Veterinary Parasitology**, v. 186, n. 3, p. 328-336, 2012.

CATTO, J. B.; BIANCHIN, I.; SANTURIO, J. M.; FEIJÓ, G. L. D.; KICHEL, A. N.; SILVA, J. M. Sistema de pastejo, rotenona e controle de parasitas: efeito sobre o ganho de peso e níveis de parasitismo em bovinos cruzados. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, Jaboticabal, v. 18, n. 4, p. 37-43, 2009.

CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; RIBEIRO, K. G.; PACHECO, L. B. B.; ARAÚJO, D.; LEMOS, V. M. C. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.203-210, 2006.

CEZAR, A. S.; TOSCAN, G.; CAMILLO, G. *Et al.* Multiple resistance of gastrointestinal nematodes to nine diferente drugs in a sheep flock in southern Brazil. **Veterinary Parasitology**. V. 173, p. 157-160, 2010.

COOP, R. L.; HOLMES, P.H. Nutrition and parasite interaction. **International Journal for Parasitology**, v. 26, p. 951-962, 1996.

COOP, R.L. and I. KYRIAZAKIS. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. **Trends Parasitology**, v 17: p. 325-330, 2001.

COSTA, R.L.D.; BUENO, M.S.; VERISSIMO, C.J.; CUNHA, E.A.; SANTOS, L. E.; OLIVEIRA, S.M.; SPOSITO FILHA, E.; OTSUK, I. P. Performance and nematode infection of ewe lambs on intensive rotational grazing with two different cultivars of *Panicum maximum*. **Tropical Animal Health Production**, Netherlands, v.39, n.4, p.255-263, 2007.

COSTA, F.S. **Características da carcaça e da carne de borregas de diferentes grupos genéticos submetidas ou não à infecção por *Haemonchus contortus***. Brasil, 2010. 107f. Dissertação (Mestre em Ciências) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – São Paulo, 2010.

COSTA, K.M.F.M.; AHID, S.M.M.; VIEIRA, L.da S.; VALE, A.M.; SOTOBLANCO, B. Efeitos do tratamento com closantel e ivermectina na carga parasitária, no perfil hematológico e bioquímico sérico e no grau Famacha de ovinos infectados com nematódeos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.31, n.12, p.1075-1082, 2011.

CHEN, X.B., GOMES, M.J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of technical details. /INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. **Rowett Research Institute**. Aberdeen, UK. (Occasional publication). 21p.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F. H. M.; MARCONDES, M. I.; FONSECA, M. A. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.138-146, 2007.

- CLARK JH, KLUSMEYER TH, CAMERON MA. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 75, p. 2304-2323, 1992.
- DOBSON, C., BAWDEN, R. J. Studies on the immunity of sheep to *Oesophagostomum columbianum*: effect of low protein diet on resistance to infection and cellular reactions in gut. **Parasitology**, v. 69, 239-255p, 1974.
- FERNANDES, M.A.M.; GILAVERTÉ, S.; BUZATTI, A.; SPRENGER, L. K.; SILVA, C. J. A.; PERES, M. T. P.; MOLENTO, M. B.; MONTEIRO, A. L. G. Método FAMACHA para detectar anemia clínica causada por *Haemonchus contortus* em cordeiros lactentes e ovelhas em lactação. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 6, p. 525-530, 2015.
- FREITAS, M. G. **Helmintologia veterinária**. 5. ed. Belo Horizonte: Precisa Editora Gráfica, 1981.
- GEARY, T. **Comunicação pessoal** (Institute of Parasitology, McGill University, Canada), 2013.
- GERON, L.J.V.; MEXIA, A.A.; GARCIA, J.; ZEOULA, L.M.; GARCIA, R.R.F.; MOURA, D.C. Desempenho de cordeiros em terminação suplementados com caroço de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e grão de milho moído (*Zea mays* L.). **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.17, n.4, p.34-42, 2012.
- GONZALEZ-RONQUILLO, M. A comparison of purine derivatives excretion with conventional methods as indices of microbial yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 2211-2221, 2004.
- GONZALEZ F.H.D, SILVA S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2ª ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. c. 8, p. 318-337, 2006.
- GOOD, B.; HANRAHAN, J. P.; CROWLEY, B. A.; MULCAHY, G. Texel sheep are more resistant to natural nematode challenge than Suffolk sheep based on fecal egg count and nematode burden. **Veterinary Parasitology**, v. 136, p. 317-327, 2006.
- GORDON, H.M.; WHITLOCK, H.V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of Council of Science and Industry Research**, Australia, v.12, n.1., p. 50-52, 1939.
- HAFIZ, A.; KALITA, D. N.; SALEQUE, A.; ISLAM, S.; ANSARI, M. M. Detection of clinical anaemia caused by *Haemonchus* spp. in goats of Assam using an eye colour chart: FAMACHA© method. **International Journal of Veterinary Science**, v. 5, n. 2, p. 107-110, 2016.
- HANSEN, J.; PERRY, B. The epidemiology, diagnosis and control of gastrointestinal parasites of ruminants in Africa. Nairobi: **English Press**, 121 p. 1990.

HOLMES, P. H. Pathophysiology of parasitic infections. **Parasitology**, Cambridge, v. 94, p. 29-51, 1987.

HOSTE, H.; TORRES-ACOSTA, J.F.; PAOLINI, V.; AGUILAR-CABALLERO, A.; ETTER, E.; LEFRILEUX, Y.; CHARTIER, C.; BROQUA, C. Interactions between nutrition and gastrointestinal infections with parasitic nematodes in goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 60, n. 1/2, p. 141-151, 2005.

HOUDIJK, J. G. M. Differential effects of protein and energy scarcity on resistance to nematode parasites. **Small Ruminant Research**, v. 103, p. 41– 49, 2012.

HUMBERT, J. F., CABARET, J., ELARD, L., LEIGNEL V., SILVESTRE, A. Molecular approaches to studying benzimidazole resistance in trichostrongylid nematode parasites of small ruminants. **Veterinary Parasitology**, v.101, p. 405-414, 2001.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agropecuária pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas**: março de 2016. [Rio de Janeiro], 2016a. 92 p.

JAIN, N, C. **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea e Febiger,1993.p.417.

JACKSON, F.; COOP, R, L. The development of anthelmintic resistance in sheep nematodes. **Parasitology**, 120, 95–107, 2000.

KHAN, F. A., SAHOO, A., SONAWANE, G. G., KARIM, S. A., DHAKAD, S., PAREEK, A. K., TRIPATHI, B. N. Effect of dietary protein on responses of lambs to repeated *Haemonchus contortus* infection. **Livestock Science**. v.150, p.143–151, 2012.

KIJAS, J. W.; LENSTRA, J. A.; HAYES, B.; BOITARD, S.; PORTO NETO, L. R.; CRISTOBAL, M. S.; SERVIN, B.; MCCULLOCH, R.; WHAN, V.; GIETZEN, K.; PAIVA, S. R.; BARENDSE, W.; CIANI, E.; RAADSMA, H.; MCEWAN, J.; DALRYMPLE, B. Genome-wide analysis of the world's sheep breeds reveals high levels of historic mixture and strong recent selection. **Plos Biology**, São Francisco, v. 10, n.2, p. e1001258, 2012.

KNOX, M.R.; TORRES-ACOSTA, J.F.J.; AGUILAR-CABALLERO, A.J. Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v.139, n. 4, p. 385-393, 2006.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3 ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011, 216p.

KUNSA B.; ABEBE, G..Multi antielmintic resistance of goat farm in Hawassa (South Ethiopia). **Tropical Animal Health Production**. v.41, p. 655-662.2009.

LEE, C. Y.; MUNYARD, K. A.; GREGG, K.; WETHERALL, J. D.; STEAR, M. J.;

GROTH, D. M. The influence of MHC and immunoglobulins A and E on host resistance to gastrointestinal nematodes in sheep. **Journal Of Parasitology Research**, v. 2011, 2011.

LOPES, S. T. A.; BIONDO, A. W.; SANTOS, A. P. Função Pancreática. In: **Manual de Patologia Clínica Veterinária**. UFSM – Universidade Federal de Santa Maria. 3ª ed., 2007. 105 p.

MACEDO, F. A. F.; LOURENÇO, F. J.; SANTELLO, G. A.; MARTINS, E. N.; MORA, N. H. A. P.; MEXIA, A. A. Accuracy of the FAMACHA© method in ewes fed different levels of crude protein. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 36, n. 2, p. 209-214, 2014.

MACIEL, F.C.; AHID, S.M.M.; MOREIRA, F.R.C. Manejo sanitário de caprinos e ovinos. In: LIMA, G.F.C.; HOLANDA JÚNIOR, E.V. MACIEL, F.C. BARROS, N.N., AMORIN, N.V.; CONFESSOR JÚNIOR, A.A. **Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte**. Natal: EMATER-RN/ EMPARN/EMBRAPA CAPRINOS. Cap.16, p.391-426, 2006.

MADRUGA, M.S.; SOUSA, W. H.; ROSALES, M. D.; CUNHA, M. D. G.; RAMOS, J. L. F. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados em diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 344, n.1, p. 309-315, 2005.

MARQUES, A. S. C. *et al.* Perfil hematológico de ovinos avaliados pelo FAMACHA© no Rio Grande do Norte, Brasil. **PUBVET**, Londrina, v. 7, n. 20, 2013.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F.; VALADARES, R.F.D.; SOARES, C.A.; LANA, R.P.; QUEIROZ, A.C.; ASSIS, A.J.; PEREIRA, M.L.A. Balanço de compostos nitrogenados, produção de proteína microbiana e concentração plasmática de uréia em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.493-503, 2004.

MOLENTO, M. B.; TASCA, C.; GALLO, A.; FERREIRA, M.; BONONI, R.; STECCA, E. Método Famacha como parâmetro clínico individual de infecção por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes. **Ciência Rural**, v.34, n. 4, p.1139-1145, 2004.

MOLENTO, M.B. Resistência parasitária em helmintos de eqüídeos e propostas de manejo. **Ciência Rural**, v.35, p. 1469-1477, 2005.

MOLENTO M.B., FORTES F.S., PONDELEK D.A.S., BORGES F.A., CHAGAS A.C.S., TORRES-ACOSTA J.F.J. e GELDHOF P. Challenges of nematode control in ruminants: Focus on Latin America. **Veterinary Parasitology**, 180:126-132, 2011.

MUKASA-MUGERWA, E., KASALI, O.B., SAID, A. N., 1991. Effect of nutrition and endoparasitic treatment on growth. **Theriogenology** 36, 319-328.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. 2007, 362p.

NICOLODI, P.R.S.J.; CAMARGO, E.V.; ZENI, D.; ROCHA, R.X.; CYRILLO, F.C.; SOUZA, F.N.; LIBERA, A.M.M.D.; BONDAN, C.; LEAL, M.L. do R. Perfil proteico e metabolismo oxidativo de cordeiros artificialmente infectados pelo *Haemonchus contortus* e suplementados com selênio e vitamina E. **Ciência Rural**, v.40, p.561-567, 2010.

NUNES NETO, L. G.; OLIVEIRA, M. R. A.; SANTOS, G. V.; REIS, M. L.; SILVA, M. R. S.; ROCHA, R. R. C.; SOUSA JÚNIOR, S. C.; SOUSA, R. P. R. Verificação do índice de *Haemonchus contortus* no rebanho caprino do município de Timon, maranhão, pelo uso do método famacha. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 2, p. 136- 141, 2014.

OJEDA, A.; PARRA, O.; BARCELLS, J. Urinary excretion of purine derivative in Bos indicus x Bos Taurus crossbred cattle. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.93, n.6, p.821-828, 2005.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; RENNÓ, L.N.; QUEIROZ, A.C.; CHIZZOTTI, M.L. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoproteicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-proteicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629. 2001.

O'CONNOR, L.J., WALKDEN-BROWN, S.W., KAHN, L.P., Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. **Veterinary Parasitology**, v.142, p. 1–15, 2006.

PEREIRA, L.G.R.; ARAGÃO, A.L.S.; SANTOS, R.D.; AZEVEDO, J.A.G.; NEVES, A.L.A.; FERREIRA, A.L.; CHIZZOTTI, M.L. Desempenho produtivo de ovinos em confinamento alimentados com farelo de manga. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.3, p.675-680, 2013.

PEREZ, J.F., BALCELLS, J., GUADA, J.A.; CASTRILLO, C. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using <sup>15</sup>N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenum. **British Journal of Nutrition**, 75:699-709, 1996.

RIHANI, N.; GARRET, W.N.; ZINN, R.A. Influence of level of urea and method of supplementation on characteristics of digestion of higher-fiber diets by sheep. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1656-1665, 1993.

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B.; SILVA, A. L. N.; JUSTINIANO, S. V.; FREITAS, M. M.S. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v.23, n.1, p.127-132, 2010.



SAINZ, R. D. Qualidade das carcaças e da carne ovina e caprina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996, p. 3-4, 1996.

SANTANA, T. M.; DIAS, F. J.; SANTELLO, G. A.; LOPES, M. M.; MELO, T. T.; PANTOJA, M. C.; DE ALMEIDA, L. M. A. Utilização de métodos auxiliares na identificação endoparasitária em ovelhas no Amazonas. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 10, n. 3, p. 436-446, 2016.

SANTOS F.C.C.; VOGEL F.S.F.; MONTEIRO S.G. EXTRATO AQUOSO DE ALHO (*ALLIUM SATIVUM*) SOBRE NEMATÓIDES GASTRINTESTINAIS DE OVINOS. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 7, p. 139-144, 2012.

SILVA R.M.N.; VALADARES R.F.D.; VALADARES FILHO S.C.; CECON P.R.; RENNÓ L.N.; SILVA J.M. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1948-1957,2001.

SCZESNY-MORAES E.A., BIANCHIN I., SILVA K.F., CATTO J.B., HONER M.R. e PAIVA F. Resistência anti-helmíntica de nematoides gastrointestinais em ovinos, Mato Grosso do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 30, p. 229-236, 2010.

SILVA, J. B.; FONSECA, A. H. Susceptibilidade racial de ovinos a helmintos gastrointestinais. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 32, s. 1, p. 1935-1942, 2011.  
SILVEIRA, F.A.; FERREIRA, O.G.L.; COELHO, R.T.; BRONDANI, W.C.; COSTA, O.A.D. E ESTEVES, R.M.G. 2013. Influência da idade na resistência à verminose de borregas cruzas Lacaune. In: **28º Jornada Acadêmica Integrada**. Universidade Federal de Santa Maria. Apresentação, 28.

SOTOMAIOR, C. S.; CARLI, L. M.; TANGLEICA, L.; KAIBER, B. K.; SOUZA, F. P. Identificação de ovinos e caprinos resistentes e susceptíveis aos Helmintos gastrointestinais. **Revista Acadêmica**, v. 5, n. 4, p. 397-412. 2007.

SUTHERST, R.W.; COMINS, H.N. The management of acaricide resistance in the cattle tick, *Boophilus microplus* (Canestrini) (Acari: Ixodidae), in Australia. **Bulletin of Entomology Research**, v.69, p.519-537, 1979.

SYKES, A.R.; GREER, A.W. Effect of parasitism on the nutrient economy of sheep: an overview. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Australia, v. 43, n. 12, p. 1393-1398, 2003.

TAYLOR, M. A.; COOP, R. L.; WALL, R. L. Parasites of sheep and goats. **Veterinary Parasitology**, third edition, p. 152-165, 2007.

TEIXEIRA, J. C.; SALVADOR, F. M. **Amireia: uma revolução na nutrição de ruminantes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 174p.

THOMAZ-SOCCOL, V.; SOUZA, F.P.; SOTOMAIOR, C.; CASTRO, E. A.; MILCZEWSKI, V.; MOCELIN, G.; SILVA, M. C. P. Resistance of gastrointestinal

nematodes of anthelmintics in sheep (Oviesaries). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, PR, v. 47, p.41-47, 2004.

THRALL, M. A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. 1.ed. São Paulo: ROCA, 2006.582p.

THRALL, M.A.; WEISER, G.; ALLISON, R. W.; CAMPBELL, T. W. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**, 2 ed., Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, p. 349 a 360, 2015.

TORRES-ACOSTA J.F.J.; HOSTE H. Alternative or improved methods to limit gastrointestinal parasitism in grazing sheep and goats. **Small Ruminant Research**. v.77, p.159-173. 2008.

TORRES-ACOSTA J.F.J., SANDOVAL-CASTRO C.A., HOSTE H., AGUILAR CABALLERO, CÁ- MARA-SARMIENTO R.; ALONSO-DIAZ M.A. Nutritional manipulation of sheep and goats for the control of gastrointestinal nematodes under hot humid and sub humid tropical conditions. **Small Ruminants**. Res. 103:28- 40, 2012.

UENO, H.; GONÇALVES, P. C. **Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes**. 4.ed, 1998.143p.

VAGNONI, D.B.; BRODERICK, M.K.; CLAYTON, R.D.; HATFIELD, R.D. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1695-1702, 1997.

VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, Viçosa, MG. **Anais...**Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.355-388, 1995.

VAN WYK, J. A.; MALAN, F. S.; BATH, G. F. Rampant anthelmintic resistance in sheep in South Africa – what are the options? In: WORKSHOP OF MANAGING ANTHELMINTIC RESISTANCE IN ENDOPARASITES, Sun City, South Africa. **Proceedings**. Sun City, p.51-63, 1997.

VELOSO, C.F.M.; LOUVANDINI, H.; KIMURA, E. A.; AZEVEDO, C. R.; ENOKI, D. R.; FRANÇA, L. D.; McMANUS, C. M.; PORTO, A.D.; SANTANA, A. P. Efeitos da suplementação protéica no controle da verminose e nas características de carcaça de ovinos Santa Inês. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 5, n. 3, p. 131-139, 2004.

VERÍSSIMO C.J., NICIURA S.C.M., ALBERTI A.L.L., RODRIGUES C.F.C., BARBOSA C.M.P., CHIEBAO D.P., CARDOSO D., DA SILVA G.S., PEREIRA J.R., MARGATHO L.F.F., DA COSTA R.L.D., NARDON R.F., UENO T.E.H., CURCI V.C.L.M. e MOLENTO M.B. Multidrug and multispecies resistance in sheepflocks from São Paulo state, Brazil. **Veterinary Parasitology**. v,187 p. 209-216,2012.

ZAROS, L. G.; NEVES, M. R. M.; BENVENUTI, C. L. *et al.* Desempenho de ovinos Somalis resistentes e susceptíveis a nematóides gastrintestinais. In: XI

CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA. 2009. Águas de Lindóia - SP. **Anais...** Águas de Lindóia – SP, 3p. 2009.

ZUNDT, M.; MACEDO, F.A.F.; ALCADE, C.R. *et al.* Características de carcaça de caprinos alimentados com diferentes níveis energéticos In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.992, 2001.

## **Capítulo 2. Consumo, digestibilidade aparente e metabolismo de nutrientes em cordeiros artificialmente infectados com *Haemonchus contortus***

### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar a influência de dietas formuladas com diferentes proporções de proteína e nutrientes digestíveis totais (NDT), sobre o consumo, digestibilidade aparente e metabolismo de nutrientes em cordeiros artificialmente infectados com *Haemonchus contortus*. Foram utilizados 40 cordeiros machos, com peso inicial médio de 18 kg e cinco meses de idade alojados em gaiolas metabólicas. Os tratamentos foram constituídos de quatro diferentes relações proteína:NDT (RP/NDT) (71:597; 103:641; 140:679 e 186:696), com animais infectados ou não com *Haemonchus contortus*, perfazendo oito tratamentos experimentais e cinco repetições por tratamento. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 (quatro RP/ NDT e duas condições de infecção). A infecção influenciou o consumo de matéria seca, consumo de fibra em detergente neutro ( $\text{g.kg}^{0,75}$ ) e consumo de NDT ( $\text{g.kg}^{0,75}$ ), que foram menores nos animais infectados. Houve interação entre dieta e infecção para os consumos de fibra em detergente neutro (g.dia), consumo de fibra em detergente ácido e consumo de extrato etéreo (g.dia). A digestibilidade da proteína bruta e da fibra em detergente neutro foi menor ( $P < 0,05$ ) nos animais infectados. A digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta e do extrato etéreo decresceram com a redução da proteína e energia nas dietas. O aumento na ingestão de matéria seca e NDT com o aumento do concentrado nas dietas, aumentou a ingestão e absorção de nitrogênio. Houve interação para as relações de nitrogênio retido/nitrogênio ingerido e nitrogênio retido/nitrogênio absorvido, para ambas as variáveis, a relação foi menor nos animais infectados das dietas de RP/NDT 71:597 e 103:641. Houve interação entre dieta e infecção para os consumos de energia bruta, digestível e metabolizável (Mcal.kgMS), onde animais infectados das RP/NDT 140:679 e 186:696 consumiram menor quantidade que os não infectados das mesmas dietas. O balanço energético foi negativo para os animais infectados alimentados com a RP/NDT 71:597. Animais infectados excretaram menor quantidade de ácido úrico na urina. Houve interação entre dieta e infecção ( $P < 0,05$ ) para excreção de purinas totais, absorção de purinas e síntese microbiana. A absorção de purinas independente da condição de infecção nas dietas de RP/NDT 140:679 e 186:696 foi maior que na dieta 71:597. A síntese de nitrogênio e proteína microbiana nas dietas de RP/NDT 103:641 e 186:696 foi menor nos animais infectados. A proteína degradável no rúmen em todas as dietas, foi menor ( $P < 0,05$ ) nos animais infectados. A infecção diminuiu o consumo de proteína metabolizável nas RP/NDT 71:597; 140:679 e 186:696. Nos animais não infectados, o consumo de proteína metabolizável foi semelhante nas RP/NDT 140:679 e 186:696, entretanto, quando foram infectados, o consumo diminuiu na RP/NDT 140:679. Não houve influência da infecção sobre os valores de pH ruminal. Houve interação entre dieta e infecção para a concentração de nitrogênio amoniacal.

Animais infectados na dieta de RP/NDT 186:696 apresentaram menor nitrogênio amoniacal que os animais não infectados da mesma dieta. A hemoncose provoca alterações no metabolismo proteico e energético dos cordeiros, diminuindo a síntese microbiana e consumo de proteína metabolizável. Dietas de RP/NDT 140:679 e 186:696 proporcionam aos animais suporte de nutrientes que permitem uma melhor situação de equilíbrio na relação entre parasita e hospedeiro.

**Palavras-chaves:** amônia ruminal, hemoncose, nutrientes, síntese microbiana

## **Chapter 2. Intake, apparent digestibility and nutrient metabolism in lambs experimentally infected with *Haemonchus contortus***

### **ABSTRACT**

The aim was to evaluate the effects of feeding different crude protein to total digestible nutrients (TDN) ratios on intake, apparent digestibility and nutrient metabolism in lambs experimentally infected with *Haemonchus contortus*. A total of 40 male lambs with mean initial weight of 18 kg and five months old were housed in metabolic cages. The treatments were four different protein:TDN (CP/TDN) (71:597; 103:641; 140:679 and 186:696) to animals infected or not with *Haemonchus contortus*, totaling eight treatments and five replicates per treatment. A 4 x 2 factorial scheme (four CP/TDN ratios and two infection conditions) was used in a completely randomized design. Infection negatively influenced the dry matter intake, neutral detergent fiber intake ( $\text{g/kg}^{0.75}$ ) and TDN intake ( $\text{g/kg}^{0.75}$ ), which were lower in infected animals. There was an interaction between diet and infection on the intakes of neutral detergent fiber (g.day), acid detergent fiber and ether extract (g.day). Crude protein and neutral detergent fiber digestibilities were lower ( $P < 0.05$ ) in infected animals. Dry matter, crude protein and ether extract digestibilities decreased as dietary protein and energy reduced. The increase in dry matter and TDN intakes with increasing concentrate levels led to higher nitrogen intake and absorption. There was an interaction on the ratios of retained nitrogen/ingested nitrogen and retained nitrogen/absorbed nitrogen. For both variables, the ratio was lower for infected animals fed CP/TDN 71:597 and 103:641 diets. There was an interaction between diet and infection on gross, digestible and metabolizable energy intakes (Mcal/kgDM), in which infected animals fed CP/TDN 140:679 and 186:696 had lower intake than those not infected fed the same diets. Energy balance was negative for infected animals receiving CP/TDN 71:597. Infected animals excreted less uric acid in the urine. There was an interaction between diet and infection ( $P < 0.05$ ) on total purine excretion, purine absorption and microbial synthesis. Purine absorption regard less of infection condition was higher in animals fed CP/TDN 140:679 and 186:696 than those receiving the diet with 71:597. Microbial protein synthesis was lower in infected animals fed CP/TDN 103:641 and 186:696 diets. Rumen degradable protein was lower ( $P < 0.05$ ) in infected animals for all diets. Infection decreased metabolizable protein intake in animals receiving CP/TDN 71:597; 140:679 and 186:696 diets. Metabolizable protein intake was similar for not infected animals fed CP/TDN 140:679 and 186:696. However, when infected, intake decreased in lambs fed CP/TDN 140:679. There was no influence of infection on ruminal pH values. There was an interaction between diet and infection on the

concentration of ammoniacal nitrogen. Infected animals fed CP/TDN 186:696 had lower ammoniacal nitrogen than not infected animals fed the same diet. Haemonchosis changes protein and energy metabolism in lambs, reducing microbial synthesis and metabolizable protein intake. Feeding CP/TDN140:679 and 186:696 diets to lambs provides an adequate nutrient supply that allows a better balance in the relationship between parasite and host.

**Keywords:** haemonchosis, microbial synthesis, nutrients, rumen ammonia

## 2.1 INTRODUÇÃO

A manipulação nutricional é considerada como uma ferramenta que pode ajudar a controlar infecções com nematódeos gastrintestinais (NGI) em ovinos, reduzindo a dependência de tratamentos convencionais com anti-helmínticos (AH), (TORRES-ACOSTA *et al.*, 2012), já que o parasitismo por NGI pode ser associado a uma doença nutricional, uma vez que a presença de parasitos geralmente induz uma diminuição no apetite, na digestibilidade dos alimentos e um desvio de nutrientes dos locais de produção para o reparo dos tecidos lesionados pelos parasitos (COOP e HOLMES, (1996) e HOSTE *et al.*, (2005)). Uma redução na ingestão voluntária de alimento é comumente observada durante a infecção por nematódeos parasitários e pode influenciar a economia proteica do hospedeiro, reduzindo a disponibilidade de nutrientes para processos anabólicos (SYKES e GREER, 2003).

Na nutrição de ruminantes, é fato que uma substancial proporção dos aminoácidos absorvidos é proveniente da proteína microbiana sintetizada no rúmen (AFRC, 1993), a partir do processo fermentativo de degradação ruminal (TEIXEIRA e SALVADOR, 2004). Para atender as exigências de proteína metabolizável dos ruminantes é necessário conhecer a quantidade de proteína microbiana que chega diariamente ao intestino delgado (VALADARES *et al.*, 1997) e essa quantidade depende da eficiência de produção e do fluxo microbiano (CAVALCANTE *et al.*, 2006), e como o parasitismo gastrintestinal provoca efeitos acentuados sobre o metabolismo das proteínas, pode alterar este mecanismo.

A obtenção de dados da produção de proteína microbiana no rúmen tem sido lenta, principalmente pelo fato de os métodos estabelecidos serem trabalhosos, demorados e requererem animais fistulados no abomaso ou intestino delgado. As pesquisas têm confirmado a relação entre produção de proteína microbiana e

excreção de derivados de purina (DP) na urina. Para o estabelecimento desta relação, assume-se que os ácidos nucléicos presentes no duodeno são de origem predominantemente microbiana e que, após a digestão intestinal, as bases púricas, adenina e guanina, são absorvidas, catabolizadas e excretadas na urina como hipoxantina, xantina, ácido úrico e, principalmente, alantoína (PEREZ *et al.*, 1996).

Objetivou-se avaliar a influência de dietas formuladas com diferentes proporções de proteína e NDT sobre o consumo e digestibilidade aparente e metabolismo de nutrientes em cordeiros artificialmente infectados com *Haemonchus contortus*.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos e protocolos utilizados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Embrapa Caprinos e Ovinos (CEUA) protocolo de número 17/2015. O experimento foi realizado no Laboratório de Respirometria do Semiárido (LARESA) da Embrapa Caprinos e Ovinos, localizado em Sobral-CE, a 70 m de altitude, a 3° 41'S e 40° 20'W. O clima da região é do tipo BShw', segundo a classificação de Köppen, com estação chuvosa compreendida entre os meses de janeiro e maio e a estação seca entre os meses de junho a dezembro (MILLER, 1971), com temperatura média de 26,20° C. O experimento ocorreu no período de 30 de março à 30 de junho de 2016.

Foram utilizados 40 cordeiros machos sem padrão racial definido (SPRD), não castrados, com 5 ± 2 meses de idade e peso vivo médio 18 ± 1,2 Kg. Antes do início do experimento, os animais foram separados por lote conforme peso vivo, recebendo ração com quantidade de proteína bruta e concentrados diferentes, a fim de homogeneização para obtenção de peso uniforme. Também foram inicialmente vacinados contra clostridioses e vermifugados utilizando diferentes princípios farmacológicos: Closantel 10% (10mg.kg), cloridrato de levamisole 5% (5mg.kg) e monepantel 2,5% (2,5mg.kg), até certificação de que não havia a presença de *Haemonchus contortus* por meio da contagem de ovos por grama de fezes (OPG) pela técnica de Gordon e Withlock (1939), modificada por Ueno, (1998). Após isso, foram alojados em gaiolas metálicas de metabolismo, providas de comedouro, bebedouro e saleiro em galpão de alvenaria coberto.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 2 (quatro dietas formuladas com diferentes proporções de proteína bruta e NDT, tendo sido metade dos animais infectados com *Haemonchus contortus* e a outra metade, não infectada), perfazendo oito tratamentos experimentais, com cinco repetições por tratamento. As dietas foram constituídas por alimentos padrões (Tabela 2.1), Feno de Tifton 85 (de partidas diferentes com diferentes composições bromatológicas), milho, farelo de soja, óleo vegetal e calcário. Os teores de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas, foram determinados nas seguintes relações: Dieta 1; PB=71 e NDT=597; Dieta 2; PB=103 e NDT=640; Dieta 3; PB=140 e NDT=679; Dieta 4; PB=186 e NDT=696 (Tabela 2.2). Os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: Tratamento (T) 1 = Dieta 1, animais não infectados; T2 = Dieta 1, animais infectados; T3 = Dieta 2, animais não infectados; T4 = Dieta 2, animais infectados; T5= Dieta 3, animais não infectados; T6 = Dieta 3, animais infectados; T7 = Dieta 4, animais não infectados; T8 = Dieta 4, animais infectados.

A alimentação foi fornecida *ad libitum*, duas vezes ao dia, as 08:00 e as 16:00 horas, com ajuste da quantidade de sobras para 10 a 20% do total fornecido diariamente e pesava-se cada ingrediente individualmente a cada dia. Todos os animais recebiam sal mineral à vontade. Para o grupo de animais infectados, cada animal recebia aproximadamente 2000 larvas (L3) de *Haemonchus contortus* por semana, sendo as infecções artificiais realizadas por via oral com auxílio de pistola semiautomática. A duração do experimento foi definida pelo tempo necessário para que todos os animais recebessem nove infecções (nove semanas), acrescido de um período de 21 dias após a última infecção, ocasião em que os animais foram abatidos.

As coletas para análises de consumo e digestibilidade e coletas totais de urina, foram realizadas em dois períodos durante cinco dias consecutivos, sendo 21 dias após a primeira infecção e nove dias anteriores ao abate dos animais. Foram realizadas coletas de fezes, sobras e alimentos. As fezes foram coletadas diretamente das gaiolas. As amostras após pesadas, foram homogeneizadas por animal por período, retirada alíquota de 20% e armazenadas a -20° para posteriores análises. A urina foi coletada separada das fezes em galões plásticos contendo 100 mL de HCL a 20%, pesada, filtrada, homogeneizada e, retirado alíquota de 20% do volume diário para formação de uma amostra composta por animal em cada período.

As amostras referentes aos alimentos, fezes e sobras foram devidamente processadas e suas composições químicas e bromatológicas foram determinadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Embrapa Caprinos e Ovinos. Foi utilizada a metodologia descrita pela AOAC (1990) para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) dos alimentos ofertados, sobras e fezes.

Para a determinação dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi utilizada metodologia de Van Soest et al. (1991), modificada por Senger *et al.* (2008). Os teores de carboidratos totais (CHOT) foram calculados conforme descrito por Sniffen *et al.*, (1992):  $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$  para obtenção dos teores de carboidratos não-fibrosos (CNF), que foram estimados pela diferença entre carboidratos totais e FDN. Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos para as diferentes dietas pela equação:  $NDTOBS = PBD + (EED \times 2,25) + CHOTD$ , segundo Sniffen *et al.* (1992), em que PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; e CHOTD = carboidratos totais digestíveis. As estimativas de NDT para as formulações dietéticas foram calculadas segundo Capelle *et al.* (2001).

Tabela 2.1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

Itens	Ingredientes				
	Feno de Tifton 85 <sup>1</sup>	Feno de Tifton 85 <sup>2</sup>	Farelo de soja	Milho	Óleo Vegetal
Matéria seca, g.kg <sup>-1</sup> MN <sup>3</sup>	834,8	838,7	838,0	843,0	999,13
Matéria Mineral, g.kg <sup>-1</sup> MS	67,0	67,0	60,10	086	0,00
Proteína bruta, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>4</sup>	80	71	470	84	0,00
FDN, g.kg <sup>-1</sup> MS	761,8	772,9	162,8	146	0,00
FDA, g.kg <sup>1</sup> MS	451,9	409,6	105,6	28,5	0,00
Lignina, g.kg <sup>-1</sup> MS	60,20	41,40	19,81	096	0,00
Hemicelulose g.kg <sup>-1</sup> MS	309,9	363,3	57,2	117,5	0,00
CHOT, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>5</sup>	834,4	847,3	411,1	870,1	0,00
CNF, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>5</sup>	390,7	393,0	274,6	734,9	0,00
EE, g.kg <sup>-1</sup> MS	17,0	13,5	18,0	32,1	1000,00



NDT\* 579,24 597,22 726,42 759,19 184,00\*\*

1= feno com 80 g.kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta; 2= feno com 71 g.kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta; 3= Matéria natural. 4= Matéria seca. FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; FDA= fibra insolúvel em detergente ácido; CHOT= carboidratos totais; CNF= carboidratos não fibrosos; EE= extrato etéreo. 5=calculado conforme metodologia de Sniffen *et al.* (1992). \*Estimado conforme Capelle *et al.* (2001). \*\*Tabelado.

Tabela 2.2. Proporção dos ingredientes utilizados e composição bromatológica das dietas experimentais.

Ingredientes g.kg MS	Dietas			
	71:597	103:641	140:679	186:696
Feno de Tifton 85 <sup>1</sup>	00,00	647,50	417,50	309,40
Feno de Tifton 85 <sup>2</sup>	1000,00	00,00	00,00	00,00
Farelo de soja	00,00	55,20	151,01	268,80
Milho	00,00	295,30	428,40	409,71
Óleo vegetal	00,00	00,00	00,00	8,10
Calcário	00,00	2,00	3,10	4,00
Itens	Composição bromatológica			
MS, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>3</sup>	838,70	835,73	836,21	828,92
MM, g.kg <sup>-1</sup> MS	67,00	72,10	73,89	72,12
PB, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>4</sup>	71,00	102,55	140,36	185,50
FDN, g.kg <sup>-1</sup> MS	772,90	545,37	405,18	339,28
FDA, g.kg <sup>-1</sup> MS	409,60	306,85	216,82	179,88
Lignina, g.kg <sup>-1</sup> MS	41,41	68,42	69,25	63,28
Hemicelulose g.kg <sup>-1</sup> MS	363,30	238,52	188,36	159,40
CHOT, g.kg <sup>-1</sup> MS	848,50	803,90	769,00	712,00
CNF, g.kg <sup>-1</sup> MS	75,60	258,53	363,82	372,72
EE, g.kg <sup>-1</sup> MS	13,50	21,48	23,57	31,35
NIDN (%NT)	3,97	3,26	2,96	2,14
NIDA (%NT)	3,53	2,77	3,21	2,95

1= feno com 80 g.kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta; 2= feno com 71 g.kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta; 3= Matéria natural. 4= Matéria seca. FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; FDA= fibra insolúvel em detergente ácido; CHOT= carboidratos totais; CNF= carboidratos não fibrosos; EE= extrato etéreo; NDT= nutrientes digestíveis totais.

Imediatamente após as coletas para consumo e digestibilidade foram realizadas coletas de urina *spot* (quatro animais por tratamento), que foram realizadas durante micção espontânea dos animais, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação matinal, durante 3 dias consecutivos. As

amostras foram então filtradas em gaze e uma alíquota de 10 mL foi separada e diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) (VALADARES *et al.*, 1999), refrigeradas e destinadas à quantificação das concentrações de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina.

No último dia de cada período experimental foram realizadas coletas de líquido ruminal em quatro animais por tratamento. Foram realizadas três coletas por animal nos tempos: 0 (antes da alimentação), 3 e 6 horas após a alimentação. Foi utilizada uma bomba de vácuo com pressão de 40 mm Hg, e uma sonda de silicone com 2,0 metros de comprimento por 12 mm de diâmetro, introduzida na cavidade oral do animal (ZEOULA *et al.*, 2003). Foram retirados aproximadamente 100 mL de líquido do rúmen de cada animal por tempo de coleta, filtradas em tecido de algodão para mensuração do pH e determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>). O pH foi medido imediatamente após a coleta do fluido ruminal por meio de um potenciômetro digital. Em seguida, 50 mL de fluido foram acondicionados em frasco que continha 1mL de solução 1:1 de ácido sulfúrico e mantidos a - 20°C (CABRAL *et al.*, 2008). Posteriormente, as amostras de líquido ruminal foram descongeladas para determinação da concentração de N-NH<sub>3</sub> por meio de destilação com solução de hidróxido de potássio (KOH) 2N conforme descrito por Vieira (1980).

Os consumos em g/animal/dia, porcentagem do peso corporal (PC) e g.kg de peso metabólico (kg<sup>0,75</sup>) de MS e dos nutrientes foram calculados por meio das seguintes equações: consumo (g/animal/dia) = quantidade de MS, FDN, PB, EE, CHOT e CNF oferecida – quantidade de MS, FDN, PB, EE, CHOT e CNF nas sobras; Consumo (% do PC) = quantidade de (MS (kg) consumida \* 100/PC (kg)); Consumo (g.kg<sup>0,75</sup>) = quantidade de MS, FDN, PB, EE, CHOT e CNF (kg) consumidos \* 100/ PC<sup>0,75</sup>, sendo calculados com base na MS.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente (DA) dos nutrientes foram calculados por meio de equação proposta por Silva e Leão (1979): DA = [(MS ou nutrientes ingeridos (g) – MS ou nutrientes nas fezes (g) / (MS ou nutrientes ingeridos (g))] \* 100.

Foi realizada a determinação do teor de nitrogênio (N) dos alimentos estudados, das sobras, urina e fezes, em que os mesmos foram obtidos pelo método semi-micro-Kjeldahl, usando 6,25 como fator de conversão para PB. O N consumido foi calculado pela equação: N cons = [(N fornecido g – N nas sobras g)], de acordo

com Moreno *et al.* (2010). O N na urina foi analisado pelo método Kjeldahl, descrito por Silva e Queiroz (2002), e o balanço de N, ou N retido foi obtido utilizando-se a fórmula:  $BN = [(N \text{ fornecido g} - N \text{ das sobras g}) - (N \text{ nas fezes g} + N \text{ na urina g})]$  conforme descrito por Zeoula *et al.* (2006). O N absorvido foi calculado pela equação:  $N \text{ absorvido} = [(N \text{ fornecido g} - N \text{ da sobras g}) - (N \text{ nas fezes g})]$ .

O teor de energia bruta (EB) dos alimentos, sobras, fezes e da urina foram determinados por combustão em bomba calorimétrica adiabática. A energia digestível (ED) foi obtida pela diferença entre a EB ingerida e EB perdida nas fezes conforme Silva e Leão (1979). A energia metabolizável (EM) foi calculada pela fórmula:  $EM = ED - (EB_{\text{urina}} + E_{\text{gases}})$  e a Energia dos gases produzidos ( $E_{\text{gases}}$ ) estimada pela equação de Blaxter e Clapperton (1965), em que  $CH_4$  (kJ/100 kJ EBI) =  $3,67 + 0,062 \times D$  (digestibilidade aparente da energia). Para as mensurações da energia digestível, foi adotada a equação conforme Silva e Leão (1979). O balanço energético (BE) foi calculado como:  $BE (\%) = [(EB \text{ fornecida} - EB \text{ das sobras}) - (EB \text{ fecal} + EB \text{ da urina}) / \text{consumo de EB}] \times 100$ .

As análises de derivados de purina (DP) (alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina) foram feitas pelo método colorimétrico, conforme técnica de FUJIHARA *et al.* (1987), descrita por CHEN e GOMES (1992). A excreção de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina excretadas na urina. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (X, mmol.dia) foi estimada a partir da excreção de DP (Y, mmol.dia) (CHEN e GOMES, 1992) para ovinos pela equação:

$$Y = 0,84X + (0,150PV^{0,75}e^{-0,25X}),$$

em que Y é a excreção de DP (mmol.dia); e X corresponde às purinas microbianas absorvidas (mmol.dia), 0,84 é a recuperação de purinas absorvidas como DP e  $0,150 PV^{0,75}$  é a contribuição endógena para a excreção de purinas.

A produção microbiana foi calculada pela fórmula:

$$NM \text{ (g.dia)} = \frac{X \text{ (mmol.dia)} \times 70}{0,116 \times 0,83 \times 1000} = 0,727X,$$

assumindo-se a digestibilidade de 0,83 para as purinas microbianas, a relação 0,116 de N purina:N total e o conteúdo de N das purinas de 70 mg N/mmol (CHEN e GOMES, 1992).

Para calcular a proteína degradável no rúmen (PDR), a síntese da proteína bruta microbiana (PBM) foi multiplicada por 1,11, que corresponde às perdas por amônia e reciclagem de N. Portanto, a proteína bruta microbiana verdadeiramente digestível (PBMvd) foi calculada pela equação:

$$\text{PBMvd} = 0,64 \times \text{PDR},$$

onde 0,64 é o fator, considerando-se que 80% da proteína microbiana é verdadeira e sua digestibilidade intestinal é 80% (NRC, 2001) e PDR é a proteína degradável no rúmen.

A proteína não degradável no rúmen (PNDR) foi calculada como sendo a proteína bruta (PB) ingerida menos a PDR. A PNDR digestível (PNDRd) foi calculada de acordo com a equação abaixo, considerando o valor fixo da digestibilidade da PNDR no intestino delgado de 80% (NRC, 2001):

$$\text{PNDRd} = \text{PNDR} \times 0,80$$

onde PNDR é a proteína não degradável no rúmen e 0,80 é o valor fixo de 80% da digestibilidade da PNDR no intestino delgado.

O consumo de proteína metabolizável (CPM) foi calculado a partir da soma da PBMvd e PNDRd, como mostra a equação (NRC, 2001).

$$\text{CPM} = \text{CPMvd} + \text{PNDRd},$$

onde CPM é o consumo de proteína metabolizável, CPMvd é o consumo de proteína metabolizável verdadeiramente digestível.

As variáveis foram submetidas aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, a fim de serem verificados os pressupostos da normalidade e homogeneidade, respectivamente. Aceitos estes pressupostos, as variáveis foram submetidas à análise de variância seguida pelo teste de Tukey. Foi utilizado o “PROC GLM – *General Linear Models*”, do *software Statistical Analysis System – SAS* (Statistical..., 2002), considerando como significativos valores de probabilidade inferiores a 5% ( $P < 0,05$ ). Para as variáveis pH e concentração de amônia no líquido ruminal a análise estatística foi procedida considerando os dados de medida repetida no tempo os diferentes tempos de coletas.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre dieta e infecção para o consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) (g.dia) e consumo de fibra em detergente ácido (CFDA)

(Tabela 2.3). O CMS, CFDN ( $\text{g.kg}^{0,75}$ ) e CNDT ( $\text{g.kg}^{0,75}$ ) foram influenciados pela condição de infecção ( $P < 0,05$ ). O CMS nas diferentes formas apresentadas, nos animais infectados, foi menor ( $P < 0,05$ ) que o de animais não infectados. A diminuição do consumo de alimento pode ser decorrência de dor abdominal e desconforto associados à infecção ou ser o resultado de mecanismos de retrocesso hormonal de função gastrintestinal interrompida (SYMONS, 1985).

Tabela 2.3. Consumo de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) em cordeiros alimentados com diferentes relações proteína e NDT, infectados com *Haemonchus contortus*.

Variáveis	Não infectados				Infectados				Significância			CV (%)
	RP/NDT				RP/NDT				RP/NDT <sup>1</sup>	INFEC <sup>2</sup>	NFEC <sup>3</sup>	
	71:597	103:641	140:679	186:696	71:597	103:641	140:679	186:696				
Consumo de matéria seca												
g.dia	617,80	779,50	1014,70	976,50	448,00	802,60	858,94	945,20	<0,001	0,0149	0,0671	17,05
g.kg <sup>0,75</sup>	63,90	68,40	79,00	70,10	50,60	66,60	72,90	67,20	0,002	0,0108	0,2242	11,92
%PV	3,10	3,20	3,40	2,90	2,30	3,00	3,10	2,80	0,028	0,0126	0,2212	13,23
Consumo de proteína bruta												
g.dia	39,90	82,00	160,80	218,90	27,40	96,00	144,10	210,90	<0,001	0,2740	0,1963	11,16
g.kg <sup>0,75</sup>	4,10	7,10	12,60	15,70	3,10	7,90	11,30	15,00	<0,001	0,1898	0,2936	12,96
Consumo de Fibra em detergente neutro												
g.dia	460,30	429,10	390,20	283,40	332,50	443,80	334,20	288,80	0,003	0,0313	0,0386	18,54
g.kg <sup>0,75</sup>	47,50	37,80	30,30	20,40	37,50	36,90	25,90	20,50	<0,001	0,0193	0,0981	15,01
Consumo de Fibra em detergente ácido												
g.dia	230,30	222,00	185,50	129,80	225,30	183,10	161,20	129,40	<0,001	0,0252	0,0066	17,43
g.kg <sup>0,75</sup>	23,80	19,60	14,40	9,40	18,20	18,60	14,50	9,10	<0,001	0,0085	0,0101	13,97
Consumo de Nutrientes digestíveis totais												
Kg.dia	0,35	0,50	0,72	0,76	0,26	0,49	0,67	0,74	<0,001	0,1207	0,7894	5,35
g.kg <sup>0,75</sup>	29,40	35,20	46,00	44,90	23,70	34,40	42,40	41,90	<0,001	0,0214	0,6501	5,53

1= RP/NDT; 2= infecção; 3= interação entre RP/NDT e infecção.

Uma redução no consumo voluntário de alimento, é comumente observada durante a infecção com nematóides parasitas e pode influenciar severamente a economia de proteína do hospedeiro reduzindo substancialmente a disponibilidade total de nutrientes para processos anabólicos (SYKES e GREER, 2003). Segundo COOP e HOLMES, (1996), alterações na disponibilidade de aminoácidos, mudanças na taxa de passagem, pH da digesta, alterações nos peptídeos do intestino e efeitos neurais diretos no sistema nervoso central podem contribuir com diminuição na redução do consumo em animais parasitados. A redução no consumo voluntário é provavelmente o fator mais importante que contribui para a redução do desempenho animal, característica marcante de parasitoses gastrintestinais.

O CFDN (g.dia) e o CNDT ( $\text{g.kg}^{0,75}$ ), apresentaram comportamento semelhante ao CMS, sendo menor nos animais infectados. Houve influência das dietas para todas as variáveis apresentadas. O CMS dos animais alimentados com as dietas com RP/NDT de 103:641 e 71:597 foi menor ( $P < 0,05$ ) que das demais dietas. De acordo com Van Soest, Robertson e Lewis (1991), o consumo é dependente do conteúdo de FDN das dietas e do teor de lignina, havendo forte correlação negativa entre a parede celular ou lignina e o CMS. Os valores de FDN das dietas de RP/NDT 103:641 e 71:597 foram de 545,37 e 772,9 g/kgMS respectivamente (Tabela 2.2), sendo maior ao FDN das demais dietas, justificando assim o menor CMS. Apesar do maior teor de fibra na dieta de RP/NDT 140:679 em relação a dieta de RP/NDT 186:696, as dietas apresentaram CMS semelhantes ( $P > 0,05$ ), por apresentarem teor de CNF muito próximos, o que pode ser vantajoso do ponto de vista econômico. O consumo de CNDT em  $\text{kg.dia}$  e  $\text{g.kg}^{0,75}$  nas dietas com RP/NDT de 103:641 e 71:597 foi menor ( $P < 0,05$ ) que das demais dietas, que não diferiram entre si. A Dieta de RP/NDT 71:597 foi composta exclusivamente por feno, e a dieta de RP/NDT 103:641 possuía baixa quantidade de concentrado e maior quantidade de compostos fibrosos, o que resulta em dietas com menor valor de NDT e conseqüente menor CNDT quando o CMS não é aumentado.

Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre animais infectados e não infectados para o CPB, apesar da diferença observada no CMS. Como observado na composição bromatológica das sobras (Tabela 2.4), o fato da dieta ter sido fornecida à vontade, proporcionou seleção dos ingredientes pelos animais, de modo que consumiram os nutrientes que lhes eram requeridos em maior quantidade, como é o caso da proteína para cordeiros artificialmente, apresentando dessa forma, semelhança no

CPB. À medida que se reduziu os valores de proteína nas dietas houve redução no CPB pelos animais. Os resultados de CPB entre as dietas se devem basicamente ao teor de proteína bruta nas dietas (tabela 2.2).

Tabela 2.4 Composição bromatológica das sobras de cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com *Haemonchus contortus*.

Infecção	RP/NDT			
	186:696	140:679	103:641	71:597
	Proteína bruta (g.dia)			
Não infectados	54,21	49,77	47,83	36,02
Infectados	42,12	41,23	39,31	31,11
	Fibra em detergente neutro (g.dia)			
Não infectados	406,91	487,50	542,40	612,39
Infectados	479,82	551,34	593,18	627,62
	Extrato etéreo (g.dia)			
Não infectados	14,21	13,44	11,90	7,16
Infectados	12,55	10,12	7,35	7,07

Houve interação entre dieta e infecção para o consumo de extrato etéreo (CEE) em g.dia (Tabela 2.5). Todas as variáveis apresentadas foram influenciadas pelas dietas. Houve influência da infecção ( $P < 0,05$ ) para o consumo de carboidratos totais (CCHOT) expresso em g.dia e  $\text{g.kg}^{0,75}$  e CEE em  $\text{g.kg}^{0,75}$  resultados provavelmente decorrentes da diminuição do CMS pelos animais infectados. Em kg.dia, o CCHOT foi semelhante ( $P > 0,05$ ) entre as dietas de RP/NDT 186:696 e 140:679 e o menor consumo foi observado na dieta com RP/NDT 71:597. Apesar das dietas com RP/NDT 186:696 e 140:679 apresentarem menor quantidade de CHOT na sua composição (Tabela 2.2), o maior CMS dessas dietas em relação aos demais, fez com que o CCHOT fosse superior. Os animais alimentados com a dieta de RP/NDT 186:696 apresentaram CEE em  $\text{g.kg}^{0,75}$  maior que as demais dietas. Esse maior CEE já era esperado, pois a inclusão de óleo vegetal elevou o teor de EE na composição dessa dieta (Tabela 2.2). O teor de EE dessa dieta foi de 31,35 g.kgMS não sendo suficiente para limitar o CMS pela densidade energética. O menor CEE ( $0,85 \text{ g.kg}^{0,75}$ ) foi observado na dieta com RP/NDT de 71:597. Como essa dieta apresentou o menor CMS e menor quantidade de EE na sua composição, já era esperado que proporcionasse menor CEE em relação às demais.



Tabela 2.5. Consumo de carboidratos totais (CCHOT), carboidratos não fibrosos (CCNF) e consumo de extrato etéreo (CEE) em cordeiros alimentados com diferentes RP/ NDT, infectados com *Haemonchus contortus*.

Variáveis	Não infectados				Infectados				Significância			CV (%)
	RP/NDT				RP/NDT				RP/NDT <sup>1</sup>			
	71:597	103:641	140:679	186:696	71:597	103:641	140:679	186:696	INFE <sup>2</sup>	INFE <sup>3</sup>		
Consumo de carboidratos totais												
g.dia	460,70	585,90	769,20	651,60	331,00	489,20	642,70	645,30	0,000	0,0016	0,2196	17,04
g.kg <sup>0,75</sup>	47,70	51,80	60,20	46,90	37,60	41,40	51,20	46,40	0,001	0,0009	0,1852	15,62
Consumo de carboidratos não fibrosos												
g.dia	66,60	192,80	428,60	442,90	55,90	196,40	394,60	436,60	0,000	0,2937	0,6609	17,44
g.kg <sup>0,75</sup>	6,80	17,00	33,30	31,70	6,40	15,90	31,50	30,70	0,000	0,3181	0,9712	14,09
Consumo de extrato etéreo												
g.dia	7,80	21,60	26,40	32,50	5,10	22,10	21,60	32,10	0,000	0,0083	0,0314	17,80
g.kg <sup>0,75</sup>	1,00	2,00	2,00	2,30	0,70	1,70	1,80	2,10	0,000	0,0197	0,9606	21,98

1= RP/NDT; 2= infecção; 3= interação entre RP/NDT e infecção.

O desdobramento da interação ( $P < 0,05$ ) entre dieta e infecção para os valores de CFDN (g.dia), consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) expresso em g.dia e  $\text{g.kg}^{0,75}$  e CEE (g.dia), encontra-se na Tabela 2.6. Animais não infectados da dieta de RP/NDT 71:597 apresentaram maior CFDN (460,30 g.dia) que os animais infectados alimentados com mesma dieta (332,50). Quando os animais não foram infectados, a dieta de RP/NDT 186:696 reduziu o CFDN, porém quando os animais foram infectados, apenas a dieta de RP/NDT 103:641 não reduziu o CFDN. Esses resultados são justificados pela diferença no CMS e composição bromatológica das dietas. Mesmo as dietas com RP/NDT de 140:679, 103:641 e 71:597 apresentando diferenças na composição bromatológica quantos aos teores de FDN, a semelhança no CFDN pelos animais infectados se justifica pela diferença no CMS que foi maior nos animais infectados.

Tabela 2.6. Desdobramento da interação entre dieta e infecção, sobre o consumo de fibra em detergente neutro (g.dia), consumo de fibra em detergente ácido (FDA) em g.dia e  $\text{g.kg}^{0,75}$ , e consumo de extrato etéreo em g.dia, em cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com *Haemonchus contortus*.

Infecção	RP/NDT			
	71:597	103:641	140:679	186:696
Consumo de fibra em detergente neutro (g.dia)				
Não infectados	460,30Aa	429,10Aa	390,20Aa	283,40Ab
Infectados	332,50Bb	443,80Aa	334,20Ab	288,80Ab
Consumo de fibra em detergente ácido (g.dia)				
Não infectados	230,30Aa	222,00Aa	185,50Ab	129,80Ac
Infectados	225,30Aa	183,10Bb	161,20Ab	129,40Ac
Consumo de fibra em detergente ácido ( $\text{g.kg}^{0,75}$ )				
Não infectados	23,80Aa	19,60Ab	14,40Ac	9,40Ad
Infectados	18,20Ba	18,60Aa	14,50Ab	9,10Ac
Consumo de extrato etéreo (g.dia)				
Não infectados	7,80Ad	21,60Ac	26,40Ab	32,50Aa
Infectados	5,10Bc	22,10Ab	21,60Bb	32,10Aa

Médias seguidas por letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

A interação para os valores de CFDA em g.dia e  $\text{g.kg}^{0,75}$  mostra que os animais que receberam a dieta com RP/NDT 186:696, independente da condição de infecção, consumiram menor quantidade de FDA. Em g.dia, os animais não infectados da dieta com RP/NDT 103:641 consumiram maior quantidade de FDA que os infectados da mesma dieta. Entre os animais não infectados, o CFDA foi

maior ( $P < 0,05$ ) nas dietas com RP/NDT de 71:597 e 103:641. Observa-se na composição bromatológica das dietas (Tabela 2.2), que o quantitativo de FDA foi maior à medida que se diminuiu a proteína e NDT da dieta com o aumento do volumoso. Dessa forma, mesmo apresentando o menor CMS, o incremento de FDA na dieta com RP/NDT 71:597 e 103:641 fez com que os animais não infectados alimentados com essa dieta, consumissem maior quantidade de FDA que os não infectados das demais dietas. Os animais não infectados das dietas de RP/NDT 140:679 e 71:597 apresentaram maior CEE (g.dia) que as animais infectados das mesmas dietas e essas diferenças se devem basicamente as diferenças no EE das dietas.

Com exceção do coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos totais (DCHOT), não houve interação ( $P < 0,05$ ) entre dieta e infecção para nenhuma das demais variáveis apresentadas na Tabela 2.7. A condição de infecção influenciou ( $P < 0,05$ ) a digestibilidade da PB (DPB) e da FDN (DFDN), que apresentaram menor digestibilidade nos animais infectados. Os nematódeos *Haemonchus* caracterizam-se pela penetração, desenvolvimento e emergência de estádios larvares em glândulas gástricas. Ocorre lesão do epitélio gástrico e de células parietais, secretoras de ácido clorídrico, com isso, ocorre o aumento do pH do abomaso, normalmente de 2 a 3,26, para valores de 6 a 7. Em pH acima de 3,5 a 4,0 não é possível a conversão de pepsinogênio em pepsina e conseqüentemente a digestão de proteínas é prejudicada (LAWTON *et al.*, 1996).

A menor DFDN pelos animais infectados indica que houve melhor sincronização entre proteína e energia, com melhor fermentação e conseqüentemente digestibilidade da fibra pelos animais não infectados. Os microrganismos do rúmen degradam as fontes proteicas, produzindo o nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ), que é utilizado para incorporação e crescimento. O crescimento da flora e fauna ruminal, por sua vez, tem o papel fundamental na degradação da fibra, sendo maior à medida que ocorre maior concentração de microrganismos no rúmen (ZEOULA *et al.*, 2011). Dessa forma, a diminuição da DPB pela infecção pode ter levado a diminuição da DFDN.

Tabela 2.7. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB), da fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), carboidratos totais (DCHOT), carboidratos não fibrosos (DCNF), extrato etéreo (DEE) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com *Haemonchus contortus*.

Variáveis	Não infectados				Infectados				Significância			CV (%)
	RP/NDT				RP/NDT				RP/NDT <sup>1</sup>			
	71:597	103:641	140:679	186:696	71:597	103:641	140:679	186:696	INFE <sup>2</sup>	INFE <sup>3</sup>		
DMS	57,11	63,31	67,02	74,58	57,24	62,95	72,10	72,42	0,000	0,5051	0,0901	2,88
DPB	53,10	67,33	72,49	76,53	52,99	65,11	68,17	77,82	<,0001	0,0187	0,0754	4,97
DFDN	67,70	73,14	74,03	75,68	66,10	69,75	72,32	74,55	0,000	0,0017	0,1380	2,24
DFDA	63,28	60,99	59,78	61,92	60,61	58,81	64,74	59,96	0,531	0,7096	0,1168	10,39
DCHOT	58,31	68,47	70,21	72,11	57,56	63,76	70,06	71,41	0,000	0,0148	0,0464	2,90
DCNF	61,34	67,11	73,61	76,71	59,44	65,64	73,17	75,29	0,000	0,1012	0,1391	1,54
DEE	61,98	66,27	72,76	82,27	62,15	66,85	73,14	82,39	0,000	0,7741	0,9991	6,71
NDT	56,77	65,89	71,70	80,13	55,95	66,08	71,53	79,64	<,0001	0,3203	0,7088	1,89

1= RP/NDT; 2= infecção; 3= interação entre RP/NDT e infecção.

A menor DFDN foi observada na dieta com maior quantidade de FDN na composição bromatológica (RP/NDT 71:597) o que se deve ao fato da DFDN ser influenciada pelo conteúdo da parede celular, além da sua própria estrutura e forma de organização. Além disso, o menor teor de proteína na dieta com RP/NDT 71:597 pode não ter favorecido o ambiente ruminal, de modo a torná-lo adequado aos microrganismos e, conseqüentemente, piorando a digestão da fibra. Segundo Wallace *et al.* (1999), a queda na qualidade nutricional da dieta torna o ambiente mais propício aos endoparasitos, além de refletir na capacidade de resistência, pois animais com infecção parasitária seriam mais exigentes nutricionalmente.

De acordo com Cavalcante *et al.* (2006) e Obeid *et al.* (2007), a DPB aumenta linearmente com o nível de proteína da dieta, sem alterar a digestibilidade de outros nutrientes. Menor quantidade de compostos nitrogenados provenientes da dieta, impedem a ação mais efetiva de microrganismos ruminais nos constituintes fibrosos da parede celular (VAN SOEST, 1991), diminuindo assim a DPB, fato que foi constatado no presente trabalho, onde os animais alimentados com menor quantidade de proteína na dieta (RP/NDT 71:597) apresentaram menor DPB.

A digestibilidade da matéria seca (DMS) e do extrato etéreo (DEE) apresentaram comportamento semelhante e decresceram à medida que se reduziu os valores de proteína e NDT nas dietas. Os carboidratos solúveis na dieta apresentam digestibilidade alta em comparação aos carboidratos estruturais, assim, o aumento de fibra nas dietas à medida que se reduziu a proteína e energia possivelmente reduziu a DMS. A maior DEE foi observada na dieta com RP/NDT 186:696, que também apresentou maior EE na sua composição com adição do óleo vegetal que possui alta digestibilidade. Possivelmente, o menor teor de fibra nesta dieta associado a maior quantidade de EE influenciou na digestibilidade desse nutriente.

O desdobramento da interação entre dieta e infecção para a DCHOT (Tabela 2.8), mostra que a DCHOT na dieta com RP/NDT 71:597, independente da condição de infecção, foi menor ( $P < 0,05$ ) que a DCHOT das demais dietas. A menor DCHOT da dieta com RP/NDT 71:597 em animais infectados e não infectados se dá em função dos maiores carboidratos estruturais (constituintes da parede celular) presentes nessa dieta.

Tabela 2.8. Desdobramento da interação entre dieta e infecção, sobre a digestibilidade dos carboidratos totais em cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com *Haemonchus contortus*.

Infecção	RP/NDT			
	71:597	103:641	140:679	186:696
Não infectados	58,31Ac	68,47Ab	70,21Aab	72,11Aa
Infectados	57,56Ac	63,76Bb	70,06Aa	71,41Aa

Médias seguidas por letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

A disponibilidade de carboidratos no rúmen é um fator importante e tem grande efeito sobre a utilização dos compostos nitrogenados, pois as bactérias ruminais podem incorporar os aminoácidos e fermentá-los como fonte de energia. O crescimento microbiano depende da transferência de energia da fermentação de carboidratos para o processo de síntese de proteína microbiana. Dessa forma, menores digestibilidade de carboidratos associadas a menores DPB podem limitar o processo de síntese microbiana.

Houve interação entre dieta e infecção para as relações de Nitrogênio retido/ Nitrogênio ingerido e Nitrogênio retido/ Nitrogênio absorvido (Tabela 2.9). Não houve influência da infecção ( $P > 0,05$ ) para os valores de N ingerido (g.dia e  $\text{g.kg}^{0,75}$ ), N fecal (g.dia e  $\text{g.kg}^{0,75}$ ), N na urina ( $\text{g.kg}^{0,75}$ ) e N absorvido (g.dia e  $\text{g.kg}^{0,75}$ ), entretanto, observou-se efeito das diferentes dietas para essas variáveis. Como houve maior ingestão de matéria seca e de NDT, com o aumento do concentrado nas dietas, houve conseqüentemente um aumento significativo no nitrogênio ingerido ( $P < 0,05$ ) pelo aumento de proteína nas dietas. Esse fato, aliado a maior da DPB, determinou aumento no nitrogênio absorvido.

Tabela 2.9. Balanço de compostos nitrogenados em cordeiros artificialmente com *Haemonchus contortus*, alimentados com diferentes relações de proteína e NDT.

Variáveis	Não infectados				Infectados				Significância			CV (%)
	RP/NDT				RP/NDT				P/NDT <sup>1</sup>	NFEC <sup>2</sup>	RP/NDT <sub>x</sub> INFEC <sup>3</sup>	
	71:597	103:641	140:679	186:696	71:597	103:641	140:679	186:696				
Nitrogênio ingerido												
g.dia	6,38	13,12	25,72	35,02	4,38	15,36	23,06	33,75	<0,001	0,231	0,894	8,64
g.kg <sup>0,75</sup>	0,66	1,14	2,01	2,51	0,49	1,27	1,81	2,40	<0,001	0,072	0,721	8,69
Nitrogênio fecal												
g.dia	1,23	1,70	2,31	2,95	1,21	1,56	2,24	2,86	<0,001	0,155	0,914	10,75
g.kg <sup>0,75</sup>	0,13	0,15	0,18	0,21	0,14	0,13	0,18	0,21	<0,001	0,448	0,661	10,48
Nitrogênio na urina												
g.dia	1,51	1,48	3,82	3,79	1,83	2,51	4,12	5,81	<0,001	0,795	0,027	16,29
g.kg <sup>0,75</sup>	0,16	0,13	0,31	0,28	0,21	0,21	0,33	0,42	<0,001	0,920	0,616	15,08
Nitrogênio absorvido												
g.dia	5,18	11,41	23,43	32,07	3,21	13,79	20,82	30,89	<0,001	0,253	0,881	8,84
g.kg <sup>0,75</sup>	0,54	1,14	1,82	2,30	0,36	0,99	1,63	2,19	<0,001	0,050	0,117	9,11
Nitrogênio retido												
g.dia	3,66	11,28	19,61	26,26	1,39	9,92	16,70	27,10	<0,001	0,317	0,772	10,59
g.kg <sup>0,75</sup>	0,38	0,93	1,52	1,88	0,16	0,86	1,30	1,91	<0,001	0,082	0,730	12,26
Nitrogênio retido/ Nitrogênio ingerido												
g.dia	0,57	0,86	0,76	0,75	0,31	0,65	0,72	0,80	<0,001	0,006	0,005	8,76
Nitrogênio retido/ Nitrogênio absorvido												
g.dia	0,71	0,98	0,84	0,82	0,43	0,72	0,80	0,87	<0,001	0,004	0,003	9,10

1= RP/NDT; 2= infecção; 3= interação entre RP/NDT e infecção. CV= coeficiente de variação.

O N fecal (g.dia) diminui à medida que se diminui os valores de proteína e NDT na dieta e as dietas de RP/NDT 103:641 e 71:597 apresentaram menor N fecal ( $\text{g.kg}^{0,75}$ ) que as demais dietas. Esse comportamento ocorreu em virtude dos diferentes teores de PB na composição das dietas experimentais, assim como pelo comportamento da ingestão de N. As duas dietas que apresentaram maior ingestão de N (RP/NDT 186:696 e 140:679) apresentaram maior excreção de N na urina. Segundo Van Soest (1994), a excreção de nitrogênio na urina é maior quando a concentração de proteína na dieta e a ingestão de nitrogênio pelo animal aumentam.

O desdobramento da interação ( $P < 0,05$ ) entre dieta e infecção para os dados de N na urina (g.dia), Nitrogênio retido/ Nitrogênio ingerido e Nitrogênio retido/ N absorvido (g.dia) encontra-se na Tabela 2.10. Animais infectados que receberam a dieta com RP/NDT 186:696 excretaram maior quantidade de N (g.dia) na urina que animais não infectados que consumiram a mesma dieta. Provavelmente, o sincronismo entre a proteína e a energia foi prejudicada pela presença de *Haemonchus contortus*, dificultando o aproveitamento do N da dieta, convertendo-o em amônia através da degradação dos compostos nitrogenados, absorvido pela parede ruminal e excretado via urina, aumentado assim os valores de N urinário. Os animais não infectados das dietas com RP/NDT 103:641 e 71:597 excretaram menores quantidades de N na urina que os demais, dado justificado pela menor ingestão de N pelos animais destas dietas.

Tabela 2.10. Desdobramento da interação entre dieta e infecção, para nitrogênio na urina, relação nitrogênio retido/ nitrogênio ingerido e relação Nitrogênio retido/ Nitrogênio absorvido em cordeiros artificialmente com *Haemonchus contortus*, alimentados com diferentes RP/NDT.

Infecção	RP/NDT			
	71:597	103:641	140:679	186:696
	Nitrogênio na urina (g.dia)			
Não infectados	1,51Ab	1,48Ab	3,82Aa	3,79Ba
Infectados	1,83Ab	2,51Ab	4,12Aa	5,81Aa
	Nitrogênio retido/ Nitrogênio ingerido (g.dia)			
Não infectados	0,57Ab	0,86Aa	0,88Aa	0,70Ab
Infectados	0,31Bc	0,65Bb	0,72Ba	0,80Aa
	Nitrogênio retido/ Nitrogênio absorvido (g.dia)			
Não infectados	0,71Ab	0,98Aa	0,84Aa	0,82Aa
Infectados	0,43Bc	0,72Bb	0,80Aa	0,87Aa

Médias seguidas por letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância.



A interação entre dieta e infecção para a relação N retido/ N ingerido e N retido/ N absorvido mostra que os animais infectados e alimentados com as dietas de RP/NDT 71:597 e 103:641 apresentaram menor relação N retido/ N ingerido e N retido/ N absorvido que os animais não infectados das mesmas dietas. Para ambas as variáveis, animais não infectados da RP/NDT 71:597 apresentaram maior relação que animais infectados da mesma dieta. A retenção de N em relação N absorvido reflete a utilização do nitrogênio na síntese proteica tissular, seja para formar novos tecidos, novos sistemas enzimáticos ou para substituir tecidos velhos ou epitélios. Os efeitos são mais acentuados em dietas com RP/NDT 71:597 e 103:641. A relação Nitrogênio retido/ Nitrogênio absorvido (g.dia) foi menor na RP/NDT 71:597, independente da condição de infecção. Através da relação do N retido sobre o N absorvido, pode-se avaliar a qualidade das proteínas de uma dieta, pois expressa a fração percentual digerida que é utilizada pelo corpo do animal (HUNTINGTON; ARCHIBEQUE, 1999). Observou-se que todos os tratamentos apresentaram retenção de nitrogênio positivo, indicando que houve retenção de proteína no organismo animal, entretanto, o balanço foi menor a medida que se diminuiu os nutrientes digestíveis das dietas.

Houve interação entre dieta e infecção ( $P < 0,05$ ) para os consumos de energia digestível (CED) (Mcal.kgMS), consumo de energia metabolizável (CEM) (Mcal.kgMS) e balanço energético (Tabela 2.11). A diminuição no CMS pelos animais infectados, diminuiu o CED e CEM (Mcal.kg<sup>0,75</sup>), diminuindo assim a energia disponível para as células do animal, o que contribui diretamente para redução no desempenho. O CED e CEM (Mcal.kg<sup>0,75</sup>) foram maiores na dieta de RP/NDT 186:696.

Tabela 2.11. Consumo de energia digestível, metabolizável e balanço energético em cordeiros artificialmente com *Haemonchus contortus*, alimentados com diferentes RP/NDT.

Variáveis	Não infectados				Infectados				Significância			CV (%)
	RP/NDT				RP/NDT				RP/NDT <sup>x</sup>			
	71:597	103:641	140:679	186:696	71:597	103:641	140:679	186:696	RP/NDT <sup>1</sup>	INFEC <sup>2</sup>	INFEC <sup>3</sup>	
Energia digestível												
Mcal.kgMS	2,77	3,40	4,03	4,82	2,43	3,27	3,29	4,18	<,0001	<,0001	0,013	8,83
Mcal/kg <sup>0,75</sup>	0,29	0,30	0,32	0,35	0,28	0,27	0,26	0,30	0,001	0,0001	0,246	12,65
Energia metabolizável												
Mcal.kgMS	2,05	2,69	3,31	4,09	1,71	2,55	2,58	3,47	<,0001	<,0001	0,006	10,14
Mcal/kg <sup>0,75</sup>	0,21	0,24	0,26	0,30	0,19	0,21	0,21	0,25	<,0001	<,0001	0,309	15,46
Balanço energético												
Mcal.kgMS	0,56	0,95	1,25	1,46	-0,04	0,89	1,05	1,11	<,0001	<,0001	<,0001	17,53
Mcal/kg <sup>0,75</sup>	0,06	0,08	0,09	0,11	-0,003	0,08	0,08	0,08	<,0001	<,0001	<,0001	19,81

1= RP/NDT; 2= infecção; 3= interação entre RP/NDT e infecção. CV= coeficiente de variação.

Os animais infectados e alimentados com RP/NDT 140:679 e 186:696 apresentaram menor CED e CEM que os não infectados dessas mesmas dietas (Tabela 2.12). Mesmo não havendo interação entre dieta e infecção para o CMS, este foi inferior nos animais infectados, o que pode justificar o menor CED e CEM. O balanço energético em ambas as formas apresentadas foi negativo, para os animais infectados e alimentados com a RP/NDT 71:597. Ovinos parasitados aumentam as exigências de proteína e energia para manutenção, na tentativa de reparar ou substituir tecidos lesados e expressar uma resposta imunológica satisfatória (HOUDIJK *et al.* 2005). Como a dieta de RP/NDT 71:597 forneceu aos animais a menor quantidade de PB entre as dietas, aliado ao menor CMS, menor DPB, menor DFDN e menor DCHOT nos animais infectados, menor quantidade de energia foi disponibilizada aos animais alimentados com essa dieta.

Tabela 2.12. Desdobramento da Interação entre dieta e infecção para os consumos de energia digestível, energia metabolizável (Mcal.kgMS) e balanço energético (Mcal.kgMS e Mcal/kg<sup>0,75</sup>) em cordeiros artificialmente com *Haemonchus contortus*, alimentados com diferentes RP/NDT.

	RP/NDT			
	71:597	103:641	140:679	186:696
Infecção	Consumo de energia digestível (Mcal.kgMS)			
Não infectados	2,77Ab	3,40Aa	4,03Aa	4,82Aa
Infectados	2,43Ac	3,27Ab	3,29Bb	4,18Ba
	Consumo de energia metabolizável (Mcal.kgMS)			
Não infectados	2,05Ad	2,69Ac	3,31Ab	4,09Aa
Infectados	1,71Ac	2,55Ab	2,58Bb	3,47Ba
	Balanço energético (Mcal.kgMS)			
Não infectados	0,56Ac	0,95Abc	1,25Aab	1,46Aa
Infectados	-0,04Bb	0,89Aa	1,05Aa	1,11Aa
	Balanço energético (Mcal.kg <sup>0,75</sup> )			
Não infectados	0,06Ac	0,08Aab	0,09Aab	0,11Aa
Infectados	-0,003Bb	0,08Aa	0,08Aa	0,09Aa

Médias seguidas por letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Não houve efeito de infecção para os valores de pH nos diferentes tempos de coletas (Tabela 2.13). A interação entre RP/NDTxTempo foi significativa ( $P < 0,05$ ) e mostra que no tempo de 0h, ou seja, antes da alimentação, os valores de pH em todas as dietas foram maiores que nos demais tempos de coleta (3 e 6 h).

Tabela 2.13. Valores de pH para animais infectados e não infectados e desdobramento da interação entre relação proteína energia e tempo, em cordeiros alimentados com diferentes relações proteína e NDT, artificialmente infectados com *Haemonchus contortus*.

	RP/NDT				Infecção	
	71:597	103:641	140:679	186:696	Não infectado	Infectado
0 h	7,20Aa	7,18Aa	7,05Ab	7,22Aa	7,16	7,17
3 h	7,05Ba	6,80Bb	6,54Bc	6,52Bc	6,67	6,78
6 h	6,99Ba	6,74Bb	6,52Bc	6,56Bc	6,64	6,76
Média Dietas	7,08A	6,91B	6,91B	6,77C		
Valores de P (Significância)						
RP/NDT <sup>1</sup>	INFEC <sup>2</sup>	TEMPO	RP/NDT <sup>3</sup> xINFEC <sup>3</sup>	RP/NDT <sup>3</sup> xTEMPO	INFEC <sup>3</sup> xTEMPO	CV (%)
0,0003	0,0750	0,0000	0,4017	<0,0001	0,7499	2,78

1= RP/NDT; 2= infecção; 3= interação entre RP/NDT e infecção; CV=coeficiente de variação. Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna e minúsculas na linha diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 2.14. Média dos valores de N-NH<sub>3</sub> nos diferentes tempos de coleta e desdobramento da interação entre relação proteína energia e infecção, em cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com *Haemonchus contortus*.

	RP/NDT				CV (%)
	71:597	103:641	140:679	186:696	
Não infectados	12,21Ac	12,83Ac	15,96Ab	21,21Aa	24,74
Infectados	10,96Ac	12,63Abc	15,38Aa	14,75Bab	
Média Tempos	0 H	3 H	6 H		
	12,42b	18,72a	12,33b		
Valores de P (Significância)					
RP/NDT <sup>1</sup>	INFEC <sup>2</sup>	TEMPO	RP/NDT <sup>3</sup> xINFEC <sup>3</sup>	RP/NDT <sup>3</sup> xTEMPO	INFEC <sup>3</sup> xTEMPO
0,0001	0,0064	0,0001	0,0165	0,0772	0,4029

1 = RP/NDT; 2= infecção; 3= interação entre RP/NDT e infecção; CV=coeficiente de variação. Médias para a interação RP/NDT e infecção seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna e minúscula na linha diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Médias para os tempos de coletas, seguidas por letra minúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

O pH ruminal varia de acordo com a dieta e com o tempo após a alimentação (SILVEIRA *et al.*, 2006), e as bactérias do rúmen são adaptadas para se desenvolverem em um meio com pH de 5,5 a 7,0 (FURLAN *et al.*, 2006). Este resultado já era esperado, uma vez que com a alimentação ocorre maior produção de ácidos graxos voláteis proveniente da fermentação dos carboidratos dietéticos no rúmen, diminuindo assim o valor de pH. Segundo Maeda *et al.* (2007) o pH do líquido ruminal alcança seu valor mais baixo de 2 a 5 horas após a ingestão do alimento e a partir das 4 às 6 horas de alimentação, os mecanismos de tamponamento do pH, tais como a ação da saliva e a absorção de ácidos pelo epitélio ruminal, conseguem contrabalancear a produção de ácidos graxos voláteis estabilizando novamente o pH.

Nos tempos de 3 e 6 horas após alimentação, dietas com RP/NDT de 186:696 e 140:679 apresentaram valores de pH semelhantes entre si e menores que das demais dietas, o que se justifica pela maior quantidade de concentrado e PB nessas dietas, o que pode ter favorecido o crescimento das bactérias produtoras de ácido láctico (FERNANDO *et al.*, 2010), conseqüentemente um maior acúmulo de lactato no fluido ruminal e diminuição do pH.

A dieta com RP/NDT 71:597 nos tempos de 3 e 6 horas, apresentou valores de pH maior ( $P < 0,05$ ) que todas as demais dietas nos mesmos tempos em decorrência da sua composição ser exclusivamente de alimento volumoso que exerce pouca influência na redução do pH ruminal.

Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre RP/NDT e Infecção (Tabela 2.15) para os valores de  $N-NH_3$ . Os animais não infectados que receberam a dieta com RP/NDT 186:696 apresentaram maior quantidade de  $N-NH_3$  ( $21,21 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) que os animais infectados ( $14,75 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) e alimentados com a mesma dieta. A DPB dos animais infectados foi menor que dos não infectados, o que pode ter contribuído para a menor formação de  $N-NH_3$ . Esse resultado permite inferir, que grande parte do nitrogênio dessa dieta foi utilizado pelos animais infectados, para ativar o sistema imunológico no controle ao parasitismo. As bactérias utilizam a amônia disponível no conteúdo ruminal como principal fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana, dessa forma, animais infectados alimentados com RP/NDT de 186:696, diminuem o principal substrato para o processo de síntese microbiana e como consequência reduz a disponibilidade de proteína metabolizável ao animal.

Com exceção dos valores de N-NH<sub>3</sub> nos animais não infectados da dieta com RP/NDT 186:696, as demais concentrações estão abaixo do recomendado por Zeoula *et al.*, (2003) que é entre 19 a 23 mg.100 mL<sup>-1</sup>, para que ocorra o máximo de atividade fermentativa ruminal. Van Soest (1994) citou como nível ótimo 10mg/dL, todavia, este valor não deve ser considerado como um número fixo, devido ao fato de a capacidade de síntese de proteína e captação de amônia pelas bactérias depender da taxa de fermentação dos carboidratos.

Os animais não infectados, das dietas com RP/NDT 103:641 e 71:597 apresentaram concentrações N-NH<sub>3</sub> inferior aos das demais dietas. Os menores teores de proteína nessas dietas inferiram em menor concentração de N-NH<sub>3</sub>. Nos animais infectados, a dieta com RP/NDT 140:679 proporcionou maior quantidade de N-NH<sub>3</sub> que as dietas de RP/NDT 103:641 e 71:597. Decréscimo na concentração de N-NH<sub>3</sub> são esperados quando fibra solúvel em detergente neutro é utilizada em comparação a alimentos poucos fibrosos (ARIZA *et al.*, 2001). Ademais, o CPB nessas dietas (RP/NDT 103:641 e 71:597), independente da condição de infecção foi menor que na RP/NDT 140:679.

Não houve interação entre dieta e condição de infecção para nenhuma das variáveis apresentadas na tabela 2.15. Os valores de proteínas totais foram influenciados (P<0,05) pela condição de infecção e tempos de coletas. Animais infectados apresentaram menor concentração sanguínea de proteínas (6,62), o que sugere uma indisponibilização ruminal da proteína dietética que pode ter levado a uma baixa absorção protéica, assim como menor DPB por esses animais.

A concentração de uréia sanguínea foi influenciada apenas pelas dietas, onde a concentração foi maior (P<0,05) na dieta de RP/NDT 186:696. Conforme descrito por Harmeyer e Martens, (1980), a ureia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais à concentração de amônia produzida no rúmen e sua concentração está diretamente relacionada aos níveis proteicos da ração e à relação energia/proteína da dieta. Assim, a maior produção de N-NH<sub>3</sub> nessa dieta e a maior RP/NDT contribuiu para essa diferença.

Tabela 2.15. Valores médios de proteínas totais e uréia sanguínea em cordeiros alimentados com diferentes RPNDT, artificialmente infectados com *Haemonchus contortus*.

	RP/NDT				Infecção		
	71:597	103:641	140:679	186:696	Não infectado	Infectado	
Proteínas totais (g/dL)							
0 h	6,89	7,12	6,69	7,14	6,97	6,95	
3 h	6,08	6,21	6,52	6,44	6,52	6,11	
6 h	7,01	7,07	6,79	7,16	7,20	6,81	
Média tempos:				Média infecção			
0 h	3 h	6 h			6,90A	6,62B	
6,96A	6,31B	7,01A					
Uréia (mg/dL)							
0 h	4,81	6,08	9,64	10,74	7,95	7,69	
3 h	5,46	5,77	9,20	10,50	7,99	7,49	
6 h	5,90	6,70	8,87	10,69	8,30	7,78	
Valores de P (Significância)							
Proteínas	RP/NDT <sup>1</sup>	INFEC <sup>2</sup>	TEMPO	RP/NDTxINFEC <sup>3</sup>	RP/NDTxTEMPO	INFECxTEMPO	CV (%)
totais	0,2058	0,0115	0,0030	0,9509	0,5322	0,5546	11,98
Uréia	RP/NDT <sup>1</sup>	INFEC <sup>2</sup>	TEMPO	RP/NDTxINFEC <sup>3</sup>	RP/NDTxTEMPO	INFECxTEMPO	CV (%)
	<0,001	0,4445	0,5665	0,1595	0,2740	0,9234	22,14

1 = RP/NDT; 2= infecção; 3= interação entre RP/NDT e infecção; CV=coeficiente de variação. Médias para a interação RP/NDT e infecção seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna e minúscula na linha diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Médias para os tempos de coletas, seguidas por letra minúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Houve efeito isolado de infecção ( $P < 0,05$ ) apenas para a excreção de ácido úrico (tabela 2.16), em que animais infectados apresentaram maior quantidade de excreção de ácido úrico, que os não infectados. Não houve interação entre dieta e condição de infecção para a excreção de DP (% das purinas totais). Segundo Chen e Gomes (1992), a proporção dos componentes individuais, expressos como porcentagem da soma total dos DP têm aproximadamente a seguinte ordem em ovinos: alantoína (60-80%), ácido úrico (10-30%) e xantina + hipoxantina (5-10%). No presente trabalho, os valores de Alantoína estão ligeiramente acima dos valores acima citados, o percentual de ácido úrico e xantina + hipoxantina, encontram-se ligeiramente abaixo. Yu *et al.* (2002) afirma que excreções dos DP podem facilmente ser afetadas pela fonte de proteína dietética, fonte de energia, consumos de matéria seca, energia e proteína, peso corporal, pelos aditivos alimentares e diferença entre as espécies.

Belenguer *et al.* (2002), avaliando excreção urinária de DP em cabras observaram que a alantoína representou de 80 a 92% do total de DP excretado. Já Fonseca *et al.* (2006), avaliando a estimativa da produção microbiana em cabras lactantes alimentadas com diferentes teores de proteína na dieta encontraram valores de excreção de Alantoína (%DP) de 75,8; 70,9; 69,0; 64,5 nos teores de PB 11,5; 13,5; 15,5 e 17,5% respectivamente. Os valores de ácido úrico (%PT) encontrados pelos autores variaram de 2,9 a 4,9.

A eficiência microbiana foi influenciada pelas dietas. Em gN/KgMO, a eficiência decresceu à medida que foi reduzida a quantidade de proteína e energia das dietas, efeito possivelmente causado pela conseqüente redução na ingestão de N e NDT pelos animais com a diminuição da proteína na dieta.



Tabela 2.16. Excreções urinárias (mmol.dia) dos derivados de purina, percentual dos derivados de purina, purinas absorvidas (mmol.dia), síntese de nitrogênio e proteína bruta microbiana (g.dia) e eficiência microbiana de cordeiros artificialmente infectados com *Haemonchus contortus*, alimentados com diferentes RP/NDT.

Variáveis	Não infectados				Infectados				Significância			CV (%)
	RP/NDT				RP/NDT				RP/ND T <sup>1</sup>	INFEC <sup>2</sup>	RP/NDTx INFEC <sup>3</sup>	
	71:597	103:641	140:679	186:696	71:597	103:641	140:679	186:696				
Excreções urinárias (mmol.dia)												
Ácido Úrico	0,53	1,21	1,00	1,72	0,49	0,71	0,75	1,45	<,0001	0,0421	0,633	17,64
Alantoína	5,55	10,59	8,94	10,38	5,55	7,37	8,73	8,71	0,000	0,772	0,007	15,96
Xantina + hipoxantina	0,16	0,46	0,40	0,33	0,14	0,17	0,21	0,42	0,046	0,239	0,005	21,80
Purinas Totais	6,18	12,25	10,34	12,43	6,23	8,26	9,69	10,58	0,000	0,932	0,001	18,43
Derivados de purinas (% das purinas totais)												
Ácido Úrico	8,43	9,78	9,70	14,22	8,18	8,66	7,48	15,29	0,005	0,097	0,409	15,19
Alantoína	89,55	86,28	86,97	83,07	89,01	89,28	90,17	79,94	0,307	0,058	0,314	6,00
Xantina + hipoxantina	2,56	3,94	3,33	2,71	2,27	2,05	2,34	4,76	0,883	0,057	0,376	12,65
Purinas absorvidas (mmol.dia )												
	7,12	14,50	12,19	14,74	7,07	9,62	11,36	12,37	0,019	0,979	0,002	21,73
Síntese de N e PB microbiana (g/kg de MO degradável no rúmen)												
Nmic	5,18	10,54	8,86	10,72	5,14	6,99	8,26	8,99	0,020	0,158	0,025	17,54
PBmic	32,37	65,89	55,40	66,98	32,1	43,70	51,62	56,22	0,000	0,613	0,025	17,53
Eficiência Microbiana												
gN/KgMO	5,63	7,00	11,66	15,36	3,34	8,95	10,30	19,30	0,001	0,5676	0,1046	26,58
gN/KgPB	32,37	65,89	55,39	96,01	32,11	43,70	51,62	120,64	<,0001	0,9549	0,1600	31,93

1= RP/NDT; 2=infeccção; 3=interação entre RP/NDT e infecção. CV= coeficiente de variação. Nmic= Nitrogênio microbiano. PBmic= proteína bruta microbiana

O desdobramento da interação ( $P < 0,05$ ) entre dieta e infecção para as excreções urinárias (mmol.dia) de alantoína, Xantina + hipoxantina, excreção das purinas totais, quantidade de purinas absorvidas e síntese dos compostos microbianos encontra se na Tabela 2.17. A excreção de alantoína, purinas totais, síntese de N e PB microbiana (g.dia) nas dietas de RP/NDT 103:641 e 186:696 foi menor nos animais infectados.

Tabela 2.17. Desdobramento da interação entre dieta e infecção para excreções de alantoína, purinas totais, purinas absorvidas (mmol.dia), síntese de nitrogênio e proteína bruta e eficiência microbiana de proteína em cordeiros artificialmente infectados com *Haemonchus contortus*, alimentados com diferentes RP/NDT.

Infecção	RP/NDT			
	71:597	103:641	140:679	186:696
Alantoína (mmol.dia)				
Não infectados	5,55Ab	10,59Aa	8,94Aa	10,38Aa
Infectados	5,55Ab	7,37Ba	8,73Aa	8,71Ba
Xantina + hipoxantina (mmol.dia)				
Não infectados	0,16Ac	0,46Aa	0,40Aa	0,33Ab
Infectados	0,14Ab	0,17Bb	0,21Bb	0,42Aa
Purinas Totais (mmol.dia)				
Não infectados	6,18Ab	12,25Aa	10,34Aa	12,43Aa
Infectados	6,23Ab	8,26Ba	9,69Aa	10,58Ba
Purinas absorvidas (mmol.dia)				
Não infectados	7,12Ab	14,50Aa	12,19Aa	14,74Aa
Infectados	7,07Ab	9,62Bab	11,36Aa	12,37Ba
Síntese de N microbiano (g dia-1)				
Não infectados	5,18Ab	10,54Aa	8,86Aab	10,72Aa
Infectados	5,14Ab	6,99Bb	8,26Aa	8,99Ba
Síntese de PB microbiana (g dia-1)				
Não infectados	32,37Ac	65,89Aa	55,40Ab	66,98Aa
Infectados	32,10Ab	43,70Ba	51,62Aa	56,22Ba

Médias seguidas por letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

As variações observadas nas excreções de DP refletiram diretamente na quantidade de purinas absorvidas e síntese dos compostos nitrogenados, confirmando a teoria de Chen e Gomes, (1992) de que a excreção de DP está diretamente relacionada a sua absorção. A menor quantidade de purinas absorvidas tanto para animais infectados e não infectados foi observado na RP/NDT 71:597 e maior nas RP/NDT 186:696 e 140:679. A absorção de bases púricas no intestino demonstra que o teor de proteína do alimento tem um forte impacto na geração de proteína microbiana e, por consequência, no suprimento de proteína de origem microbiana ao animal hospedeiro.

Dos fatores que afetam a síntese de proteína microbiana, a disponibilidade e a sincronização entre energia e compostos nitrogenados no rúmen, tem sido reconhecido como os mais importantes (RUSSELL *et al.*, 1992), de modo que o crescimento microbiano é maximizado pela sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o N degradável no rúmen (ALVES *et al.*, 2014). Considerando que as PDR são rapidamente degradadas no rúmen, provavelmente a taxa na qual a energia é disponibilizada seja o fator mais limitante para a síntese de proteína microbiana, uma vez que os CF apresentam lenta taxa de digestão. Observando o teor de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e ácido (Tabela 2.2), observa-se que a dieta de RP/NDT 71: 597 não proporcionou aos animais o teor mínimo de PB para manutenção, dessa forma, resultou em menor eficiência microbiana.

O aumento do requerimento de proteína, decorrente do aumento da perda de nitrogênio endógeno, ocasionado pela hemorragia dentro do intestino dos animais parasitados, desviam o N para reparar perdas nos tecidos e ativação do sistema imunológico, o que diminui a concentração de substrato para as bactérias ruminais e consequentemente diminuem síntese de proteína microbiana. Esse efeito foi evidente nos animais infectados das RP/NDT 103:641 e 186:696. A dieta de RP/NDT 140:679 não diminuiu a síntese microbiana nos animais infectados, indicando que a quantidade de PB e NDT dessa dieta provocaram uma possível resiliência animal, diminuindo os efeitos provocados pela hemoncose, conseguindo assim manter a mesma síntese microbiana independente da infecção.

Houve interação entre dieta e infecção ( $P < 0,05$ ) para todas as variáveis apresentadas na tabela 2.18. A PDR em todas as dietas foi menor ( $P < 0,05$ ) nos animais infectados, possivelmente em função da menor DPB nos animais com *Haemonchus*.

Tabela 2.18. Interação entre dieta e infecção, para os valores de proteína degradável no rúmen (PDR), proteína não degradável no rúmen (PNDR), proteína bruta microbiana verdadeiramente digestível (PBMvd), proteína não degradável no rúmen digestível (PNDRd) e consumo de proteína metabolizável (CPM) em cordeiros artificialmente infectados com *Haemonchus contortus*, alimentados com diferentes RP/NDT.

Infecção	RP/NDT				Significância			CV (%)
	71:597	103:641	140:679	186:696	RP/NDT <sup>1</sup>	INFEC <sup>2</sup>	RP/NDTxINF EC <sup>3</sup>	
PDR (g.kgMS)								
Não infectados	32,22Ad	75,80Ac	115,74Ab	182,17Aa	<,0001	0,027	0,0247	22,04
Infectados	20,62Bd	48,51Bc	74,07Bb	116,57Ba				
PNDR (g.kgMS)								
Não infectados	9,99Ac	19,54Ab	44,06Aa	29,84Ab	<,0001	0,157	0,035	22,02
Infectados	9,98Ac	19,12Ab	28,08Ba	25,65Aa				
PBMvd (g.kgMS)								
Não infectados	20,62Ad	48,51Ac	74,07Ab	116,58Aa	0,002	0,491	0,049	26,24
Infectados	11,97Bd	43,27Ac	60,54Bb	106,60Aa				
PNDRd (g.kgMS)								
Não infectados	7,99Ac	15,63Ab	35,26Aa	23,87Ab	<,0001	0,123	0,027	21,98
Infectados	7,98Ab	15,30Aa	22,46Ba	20,52Aa				
CPM (g.kgMS)								
Não infectados	28,61Ac	56,15Ab	109,32Aa	140,45Aa	<,0001	0,036	0,013	21,70
Infectados	19,95Bc	58,58Ab	83,01Bb	127,12Ba				

Médias seguidas por letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Para ambas as condições de infecção, a PDR decresceu com a redução na quantidade de proteína e NDT nas dietas, em função da redução na quantidade de concentrado, especialmente o farelo de soja. Baixas quantidades de PDR levam a diminuição dos teores de nitrogênio amoniacal, que será usado pelos microrganismos do rúmen, diminuindo assim o fluxo de proteína microbiana para o duodeno, como observado neste trabalho.

A PNDR, PBMvd e a PNDRd da dieta de RP/NDT 140:679 foi maior nos animais não infectados. A PBMvd dos animais infectados da RP/NDT 71:597 foi menor (11,97) que de animais não infectados da mesma dieta (20,62). Em todas as dietas, os valores de PBMvd para animais infectados e não infectados, decresceram com a redução na proteína e NDT das dietas. O requerimento em proteína metabolizável é satisfeito principalmente pelo suprimento de PDR e pela PNDR, que juntamente com a proteína endógena contribuem com aminoácidos para o intestino delgado, sendo a proteína microbiana a principal fonte do fluxo total de aminoácidos. A infecção diminuiu o CPM nas dietas de RP/NDT 71:597, 140:679 e 186:696. Dessa forma, menor quantidade de aminoácidos disponíveis para a absorção está disponível pelos animais infectados dessas dietas. Esses resultados são justificados pelos efeitos provocados pelo parasitismo, nas diferentes variáveis analisadas, principalmente proteína e energia. Entre os animais não infectados, o CPM nas dietas de RP/NDT 140:679 e 186:696 foi maior que das demais dietas. Já entre os animais infectados, o CPM na dieta 140:679 foi menor que na RP/NDT 186:696.

## **2.4 CONCLUSÃO**

A hemonose provoca alterações no metabolismo proteico e energético dos cordeiros, diminuindo a síntese microbiana e consumo de proteína metabolizável. Dietas de RP/NDT 140:679 e 186:696 proporcionam aos animais suporte de nutrientes que permitem uma melhor situação de equilíbrio na relação entre parasita e hospedeiro.

## 2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD REASERCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.

ALVES, E. V., E. R. MAGALHÃES, M. A. FREITAS, E. J. SANTOS, M. L. A. PEREIRA, AND M. S. PEDREIRA. Nitrogen metabolism and microbial synthesis in sheep fed diets 35 containing slow release ureia to replace the convencional urea. **Acta Scientiarum**. v. 36, p. 55-62, 2014.

ARIZA, P. et al. Effects of carbohydrates from citrus pulp and hominy feed on microbial fermentation in continuous culture. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2713-2718, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTES. **Official methods of analysis**.15. ed. Arlington: AOAC, 1990. 1117p.

BELENGUER, A.; YAÑEZ, D.; BALCELLS, J. *et al.* Urinary excretion of purine derivatives and prediction of rumen microbial outflow in goats. **Livestock Production Science**, v.77, p.127-135, 2002.

BLAXTER, K. L., AND J. L. CLAPPERTON. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**. v. 19, p. 511-512, 1965.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; SOUZA, A.L.; VELOSO, R.G. Eficiência microbiana e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.919-925, 2008.

CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. e CECON, P.R. Estimativas de valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30: p, 1837-1856, 2001.

CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. *et al.* Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 203-210, 2006.

CHEN, X. B. & GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: na overview of technical details. International feed research unit. **Rowett Research Institute**, Aberdeen, UK. (Occasional publication) p.21, 1992.

COOP, R. L.; HOLMES, P.H. Nutrition and parasite interaction. **International Journal for Parasitology**, v. 26, p. 951-962, 1996.

FERNANDO, S. C.; PURVIS II, H. T.; NAJAR, F. Z.; SUKHARNIKOV, L. O.; KREHBIEL, C. R.; NAGARAJA, T. G.; ROE, B. A.; De SILVA, U. Rumen microbial population dynamics during adaptation to a high grain diet. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 76, n. 22, 7482-7490, 2010.

FONSECA, C. E. M.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; CECON, P. R.; RODRIGUES, M. T.; PINA, D. S.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO, M. L.; ARAÚJO, A. M. Estimativa da produção microbiana em cabras alimentadas com diferentes teores de proteína na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1169-1177, 2006.

FUJIHARA, T; ØRSKOV, E.R; REEDS, P.J; KYLE, D> J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science** v. 109, p. 7-12, 1987.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. **Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal**. IN: Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep, 583p. 2006.

GORDON, H.M.; WHITLOCK, H.V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of Council of Science and Industry Research**, Australia, v.12, p. 50-52, 1939.

HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.10, p.1707-1728, 1980.

HOUDIJK, J.G.M.; KYRIAZAKIS, I.; JCKSON, F.; HUNTLEY, J.F.; COOP, R.L. Effects of protein supply and reproductive status on local and systemic immune responses to *Teladorsagia circumcincta* in sheep. **Veterinary Parasitology**, v.129, n.2, p.105-117, 2005.

HUNTINGTON, G. B.; ARCHIBEQUE, S. L. Pratical aspects of urea e ammonia metabolismo in ruiminants. In: American Society of Animal Science. Proceedings... North Carolina, EUA: **North Carolina State University**, 1999.

LAWTON, D. E.; REYNOLDS, G. W.; HODGKINSON, S. M.; POMROY, W. E.; SIMPSON, H. V. Infection of sheep with adult and larval *Ostertagia circumcincta*: effects on abomasal pH and serum gastrin and pepsinogen. **International Journal for Parasitology**, v. 26, p. 1063-1074, 1996.

MAEDA, E. M.; ZEOULA, L. M.; GERON, L. J. V.; BEST, J.; PRADO, I. N.; MARTINS, E. N.; KAZAMA, R. Digestibilidade e características ruminais de dietas com diferentes níveis de concentrado para bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 716-726, 2007.

MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; LEÃO, A. G.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREZ, H. L.; ROSSI, R. C. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 853-860, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H.; VALADARES FILHO, S.C.; CARVALHO, I.P. de C.; MARTINS, J.M. Consumo e digestibilidade total e parcial de componentes nutritivos em bovinos de corte alimentados com dietas contendo

diferentes níveis de proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.921-927, 2007.

PEREZ, J.F.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A.; CASTRILLO, C. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using <sup>15</sup>N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. **British Journal Nutrition**, v.75, p.699-709, 1996.

RUSSELL, J. P., O'CONNOR, C.D., FOX, D. G. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**. v. 70, p. 3562-3577, 1992.

SENGER, C.C.D.; KOZLOSKI, G.V.; SANCHEZ, L.M.B.; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S. Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, p.169-174, 2008.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 178p.

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

SILVEIRA, M. F.; KOZLOSKI, G. V.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; RESTLE, J.; LEITE, D. T.; METZ, P. A. M.; SILVEIRA, S. R. L. Ganho de peso vivo e fermentação ruminal em novilhos mantidos em pastagem cultivada de clima temperado e recebendo diferentes suplementos. **Ciência Rural**, v.36, n.3, 2006.

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: Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562- 3577, 1992.

SYKES, A.R.; GREER, A.W. Effect of parasitism on the nutrient economy of sheep: an overview. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 43, p. 1393-1398, 2003.

SYMONS, L.E.A. Anorexia: occurrence, pathophysiology and possible causes in parasitic infections. **Advances in Parasitology**, v. 24, p. 103–133, 1985.

TEIXEIRA, J. C.; SALVADOR, F. M. **Amiréia: uma revolução na nutrição de ruminantes**. Lavras: UFLA, 2004. 174p.

TORRES-ACOSTA J. F. J.; SANDOVAL-CASTRO, C. A.; HOSTE, H.; AGUILAR CABALLERO, CÁ- MARA-SARMIENTO R.; ALONSO-DIAZ, M. A. Nutritional manipulation of sheep and goats for the control of gastrointestinal nematodes under hot humid and subhumid tropical conditions. **Small Ruminants**. v. 40, p. 103-28, 2012.

UENO, H.; GONÇALVES, P. C. **Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes**. 4.ed, 1998.143p.



VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, Madison, v. 8, n. 12, p. 2686-2696, 1999.

VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., RODRIGUEZ, N.M. *et al.* Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.

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

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações para ruminantes**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

WALLACE, D. S.; BAIRDEN, K.; DUNCAN, J. L.; ECKERSALL, J. L.; FISHWICK, G.; HOLMES, P. H.; MCKELLAR, Q. A.; MITCHELL, S.; MURRAY, M.; PARKINS, J. J.; STEAR, M. J. The influence of increased feeding on the susceptibility of sheep to infection with *Haemonchus contortus*. **Journal of Animal Science**, Estados Unidos, v. 69, n. 1, p. 457-463, 1999.

YU, P.; EGAN, A.R.; BOON-EK, L. *et al.* Purine derivative excretion and ruminal microbial yield in growing lambs fed raw and dry roasted legume seeds as protein supplements. **Animal Feed Science and Technology**, v.95, p.33-48, 2002.

ZEOULA, L. M.; CALDAS NETO, S. F.; GERON, L. J. V.; MAEDA, E. M.; PRADO, I. N.; DIAN, P. H. M. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*Manihotesculenta*, Crantz) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanços de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 491-502, 2003.

ZEOULA, L. M.; FERELI, F.; PRADO, I. N.; GERON, L. J. V.; CALDAS NETO, S. F.; PRADO, O. P. P.; MAEDA, E. M. Digestibilidade e balanço de nitrogênio com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 5, p. 2179-2186, 2006.

ZEOULA, L.M.; BELEZE, J.R.F.; MAEDA, E.M.; SIMIONI, F.L.; GERON, L.J.V.; RIGOLON, L.P. Levedura ou monensina na dieta de bovinos e bubalinos sobre a fermentação ruminal e eficiência microbiana. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v.33, p.379-386, 2011.

### Capítulo 3. Desempenho e características de carcaça de cordeiros artificialmente infectados com *Haemonchus contortus* e alimentados com diferentes relações proteína e nutrientes digestíveis totais

#### RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência de dietas formuladas com diferentes proporções de proteína e nutrientes digestíveis totais (NDT), sobre o desempenho e características de carcaça de cordeiros artificialmente com *Haemonchus contortus*. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 (quatro relações proteína:NDT e duas condições de infecção). Foram utilizados 40 cordeiros machos, com peso inicial médio de 18 kg e cinco meses de idade alojados em gaiolas metabólicas. Os tratamentos foram constituídos de quatro diferentes relações proteína:NDT (RP/NDT) (71:597; 103:641; 140:679; 186:696), com animais infectados ou não com *Haemonchus contortus*, perfazendo oito tratamentos experimentais e cinco repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise estatística pelo programa SAS (1990), através do procedimento GLM e as médias dos dados comparadas pelo teste Tukey, em nível de 5% de significância. Animais alimentados com RP/NDT 186:696 apresentaram maior peso final (PF) (41,92 kg) ( $P < 0,05$ ), maior ganho médio diário (0,264 kg/dia) e maiores pesos de carcaça que os animais das demais dietas. Animais infectados apresentaram menor consumo de matéria seca, menor ganho médio diário (0,145 kg/dia) e menor espessura de gordura subcutânea (1,86 mm). Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre dieta e infecção para conversão alimentar, onde animais infectados da dieta com RP/NDT 71:597 apresentaram pior conversão alimentar que os animais não infectados da mesma dieta. Animais alimentados com RP/NDT de 140:679 e 186:696 apresentaram carcaças com rendimento de carcaça fria, peso de lombo, pernil, área de olho de lombo, perímetro torácico e espessura de gordura subcutânea semelhantes. A menor espessura de gordura subcutânea (1,12 mm), menor peso final (20,26 kg), e menores rendimentos de carcaça foram encontrados em animais alimentados com RP/NDT 71:597. Não houve influência das dietas sobre o rendimento dos cortes comerciais. A infecção por *Haemonchus contortus* nas condições do presente experimento exerce pouca influência nas características de carcaça dos cordeiros, sendo o efeito dessas características mais pronunciado pelas diferentes dietas testadas. Dietas com RP/NDT de 140:679 e 186:696 proporcionam melhor desempenho animal e melhores características de carcaça de cordeiros, de forma que o plano nutricional a ser utilizado deve ser aquele mais adequado a cada tipo de propriedade e realidade do produtor, viabilizando a produção de carne ovina no Brasil.

**Palavras-chave:** consumo, dietas, ganho de peso, ovinos, rendimentos.

### Chapter 3. Performance and carcass characteristics of lambs experimentally infected with *Haemonchus contortus* fed different crude protein to total digestible nutrients ratios

#### ABSTRACT

The aim was to evaluate the effects of feeding different crude protein to total digestible nutrients (TDN) ratios on performance and carcass characteristics of lambs experimentally infected with *Haemonchus contortus*. A 4 x 2 factorial scheme (four crude protein/TDN ratios and two infection conditions) was used in a completely randomized design. A total of 40 male lambs with mean initial weight of 18 kg and five months old were housed in metabolic cages. The treatments were four different protein:TDN (CP/TDN) (71:597; 103:641; 140:679 and 186:696) to animals infected or not with *Haemonchus contortus*, totaling eight treatments and five replicates per treatment. Data were submitted to statistical analysis using the SAS software (1990) through the GLM procedure. Means were compared by the Tukey's test at 5% significance. Animals fed CP/TDN 186:696 had greater final weight (FW) (41.92 kg) ( $P < 0.05$ ), average daily gain (0.264 kg/day) and carcass weights than animals fed other diets. Infected animals had lower dry matter intake, average daily gain (0.145 kg/day) and fat thickness (1.86 mm). There was an interaction ( $P < 0.05$ ) between diet and infection on feed conversion, in which conversion was worse in infected animals fed CP/TDN 71:597 diet compare to those not infected fed the same diet. Animals fed CP/TDN 140:679 and 186:696 had carcasses with similar cold carcass yield, loin weight, leg weight, loin eye area, thoracic perimeter and fat thickness. The lowest fat thickness (1.12 mm), final weight (20.26 kg), and carcass yields were found in animals fed CP/TDN 71:597. There was no dietary influence on the yield of saleable cuts. *Haemonchus contortus* infection under the conditions of the present study exerts little influence on the carcass characteristics of lambs. The effect on these characteristics was more pronounced by the different diets tested. Diets with CP/TDN of 140:679 and 186:696 result in better lamb performance and carcass characteristics. The nutritional plan to be used should be the most suitable for each type of farm and farmer's reality in order to boost the production of sheep meat in Brazil.

**Keywords:** diets, intake, sheep, weight gain, yields.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O consumo *per capita* de carne ovina nacional é estimado em cerca de 0,7 kg/hab/ano, considerado baixo quando comparado ao consumo das carnes bovina (37,9 kg/hab/ano), suína (11,7 kg/hab/ano) e de frango (35,1 kg/hab/ano), (FAO, 2014). Mesmo com baixos índices de consumo da carne, a ovinocultura vem crescendo e adquirindo cada vez mais importância na economia do país. Entretanto, ainda existe uma disparidade entre a produção e a demanda da carne, (TURINO *et al.*, 2007), o que faz com que a maioria da carne ovina consumida no Brasil seja importada da Argentina e Uruguai. Além disso, a ovinocultura precisa superar algumas limitações que impedem o seu desenvolvimento.

Dentre os entraves encontrados por esta atividade, destacam-se as endoparasitoses gastrintestinais, reconhecidas mundialmente como fator limitante na produção de pequenos ruminantes (TORRES-ACOSTA e HOSTE, 2008) e são responsáveis por elevadas perdas econômicas, dentro do sistema de produção. Na tentativa de minimizar os efeitos negativos decorrentes do parasitismo e melhorar a resposta imune dos animais, a adequação da nutrição exerce função primordial. A maximização da síntese de proteína microbiana é a forma mais barata e eficiente de fornecer proteína de alta qualidade ao ovino, sendo os microrganismos a principal fonte deste nutriente. Para que a produção de proteína microbiana no rúmen seja otimizada, é necessário que haja um equilíbrio entre a quantidade de nitrogênio e de energia disponível no rúmen.

A incorporação de proteínas de alto valor biológico pode influenciar a resistência ou tolerância do hospedeiro, conferindo habilidade para resistir aos efeitos patogênicos da infecção (KNOX e STELL, 1996). Segundo Sumbria e Sanyal (2009), o principal efeito da suplementação proteica é aumentar a imunidade e a resistência à reinfecção, sendo isso associado à resposta celular imune aumentada na mucosa gastrintestinal. A energia da dieta também é considerada importante na resistência às infecções parasitárias, principalmente por nutrir as bactérias ruminais e melhorar o aproveitamento dos nutrientes (KNOX e ZAHARI, 2000), de forma que animais bem nutridos conseguem suportar melhor os danos causados pelos parasitos e expressar o seu potencial genético.

Nesse sentido, melhorando a imunidade aos parasitos, pode-se abater animais jovens e com carcaça de melhor qualidade, aumentando assim a produção

de carne, uma vez que dentro de um sistema de produção de animais de corte, a carcaça é o elemento mais importante do animal (HASHIMOTO *et al.*, 2012) porque nela está contida a porção comestível de maior valor comercial. Sua qualidade envolve fatores intrínsecos e extrínsecos, que são caracterizados em função das expectativas, comportamento e necessidades dos consumidores (FONT-IFURNOLS e GUERRERO, 2014).

Objetivou-se avaliar a influência de dietas formuladas com diferentes proporções de proteína e nutrientes digestíveis totais, sobre o desempenho e características de carcaça de cordeiros artificialmente infectados com *Haemonchus contortus*.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos e protocolos utilizados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Embrapa Caprinos e Ovinos (CEUA) protocolo de número 17/2015. O experimento foi realizado no Laboratório de Respirometria do Semiárido (LARESA) da Embrapa Caprinos e Ovinos, localizado em Sobral-CE, a 70 m de altitude, a 3° 41'S e 40° 20'W. O clima da região é do tipo BShw', segundo a classificação de Köppen, com estação chuvosa compreendida entre os meses de janeiro e maio e a estação seca entre os meses de junho a dezembro (MILLER, 1971), com temperatura média de 26,20° C. O experimento ocorreu no período de 30 de março à 30 de junho de 2016.

Foram utilizados 40 cordeiros machos sem padrão racial definido (SPRD), não castrados, com 5 ± 2 meses de idade e peso vivo médio 18 ± 1,2 Kg. Os animais foram inicialmente vacinados contra clostridioses e vermifugados utilizando diferentes princípios farmacológicos: Closantel 10% (10mg/kg), cloridrato de levamisole 5% (5mg/kg) e monepantel 2,5% (2,5mg/kg), até certificação de que não havia a presença de *Haemonchus contortus* por meio da contagem de ovos por grama (OPG) pela técnica de Gordon e Withlock (1939), modificada por Ueno, (1998). Após isso, foram alojados em gaiolas metálicas de metabolismo, providas de comedouro, bebedouro e saleiro em galpão de alvenaria coberto.

Os tratamentos consistiram em um fatorial 4 x 2 (quatro dietas formuladas com diferentes proporções de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais, tendo sido metade dos animais infectados com *Haemonchus contortus* e a outra metade,

não infectada), perfazendo oito tratamentos experimentais, com cinco repetições por tratamento. As dietas foram constituídas por alimentos padrões (Tabela 3.1), Feno de Tifton 85 (de partidas diferentes com diferentes composições bromatológicas), milho, farelo de soja, óleo vegetal e calcário, com teores de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) conhecidos nas seguintes relações: Dieta 1; PB= 71 e NDT=597 = Dieta 2; PB= 103 e NDT= 640; Dieta 3; PB= 140 e NDT= 679; Dieta 4; PB= 186 e NDT=696 (Tabela 3.2). Os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: Tratamento (T) 1= Dieta 1, animais não infectados; T2= Dieta 1, animais infectados; T3= Dieta 2, animais não infectados; T4= Dieta 2, animais infectados; T5= Dieta 3, animais não infectados; T6= Dieta 3, animais infectados; T7= Dieta 4, animais não infectados; T8= Dieta 4, animais infectados.

Tabela 3.1. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

Itens	Ingredientes				
	Feno de Tifton 85 <sup>1</sup>	Feno de Tifton 85 <sup>2</sup>	Farelo de soja	Milho	Óleo Vegetal
Matéria seca, g.kg <sup>-1</sup> MN <sup>3</sup>	834,8	838,7	838,0	843,0	999,13
Matéria Mineral, g.kg <sup>-1</sup> MS	67,0	67,0	60,10	086	0,00
Proteína bruta, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>4</sup>	80	71	470	84	0,00
FDN, g.kg <sup>-1</sup> MS	761,8	772,9	162,8	146	0,00
FDA, g.kg <sup>-1</sup> MS	451,9	409,6	105,6	28,5	0,00
Lignina, g.kg <sup>-1</sup> MS	60,20	41,40	19,81	096	0,00
Hemicelulose g.kg <sup>-1</sup> MS	309,9	363,3	57,2	117,5	0,00
CHOT, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>5</sup>	834,4	847,3	411,1	870,1	0,00
CNF, g/kg <sup>-1</sup> MS <sup>5</sup>	390,7	393,0	274,6	734,9	0,00
EE, g.kg <sup>-1</sup> MS	17,0	13,5	18,0	32,1	1000,00
NDT*	579,24	597,22	726,42	759,19	184,00**

1= feno com 80 g.kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta; 2=feno com 71 g.kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta; 3= Matéria natural. 4= Matéria seca. FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; FDA= fibra insolúvel em detergente ácido; CHOT= carboidratos totais; CNF= carboidratos não fibrosos; EE= extrato etéreo. 5=calculado conforme metodologia de Sniffen *et al.* (1992). \* Estimado segundo Capelle *et al.* (2001). \*\*Tabelado.

Tabela 3.2. Proporção dos ingredientes utilizados e composição bromatológica das dietas experimentais.

Ingredientes g/kg MS	Dietas			
	71:597	103:641	140:679	186:696
Feno de Tifton 85 <sup>1</sup>	00,00	647,50	417,50	309,40
Feno de Tifton 85 <sup>2</sup>	1000,00	00,00	00,00	00,00
Farelo de soja	00,00	55,20	151,01	268,80
Milho	00,00	295,30	428,40	409,71
Óleo vegetal	00,00	00,00	00,00	8,10
Calcário	00,00	2,00	3,10	4,00
Itens	Composição bromatológica			
MS, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>3</sup>	838,70	835,73	836,21	828,92
MM, g.kg <sup>-1</sup> MS	67,00	72,10	73,89	72,12
PB, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>4</sup>	71,00	102,55	140,36	185,50
FDN, g.kg <sup>-1</sup> MS	772,90	545,37	405,18	339,28
FDA, g.kg <sup>-1</sup> MS	409,60	306,85	216,82	179,88
Lignina, g.kg <sup>-1</sup> MS	41,41	68,42	69,25	63,28
Hemicelulose g.kg <sup>-1</sup> MS	363,30	238,52	188,36	159,40
CHOT, g.kg <sup>-1</sup> MS	848,50	803,90	769,00	712,00
CNF, g.kg <sup>-1</sup> MS	75,60	258,53	363,82	372,72
EE, g.kg <sup>-1</sup> MS	13,50	21,48	23,57	31,35
NIDN (%NT)	3,97	3,26	2,96	2,14
NIDA (%NT)	3,53	2,77	3,21	2,95

1= feno com 80 g/kg MS de proteína bruta; 2=feno com 71 g/kg MS de proteína bruta; 3= Matéria natural. 4= Matéria seca. FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; FDA= fibra insolúvel em detergente ácido; CHOT= carboidratos totais; CNF= carboidratos não fibrosos; EE= extrato etéreo.

A alimentação foi fornecida *ad libitum*, duas vezes ao dia, as 08:00 e as 16:00 horas, com ajuste da quantidade de sobras para 10 a 20% do total fornecido diariamente e pesava-se cada ingrediente individualmente a cada dia. Todos os animais recebiam sal mineral à vontade. Para o grupo de animais infectados, cada animal recebeu aproximadamente 2000 larvas (L3) de *Haemonchus contortus* por semana durante 9 semanas, sendo as infecções artificiais realizadas por via oral com auxílio de pistolas semiautomáticas.

As amostras referentes aos alimentos e sobras foram devidamente processadas e suas composições químicas e bromatológicas foram determinadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Embrapa Caprinos e Ovinos. Foi utilizada a metodologia descrita pela AOAC (1990) para determinação do teor de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) dos alimentos ofertados.

Para a determinação dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi utilizada metodologia de Van Soest *et al.* (1991), adaptada por Senger *et al.* (2008). Os teores de carboidratos totais (CHOT) dos alimentos foram calculados conforme descrito por Sniffen *et al.* (1992):  $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ , para obtenção dos teores de carboidratos não-fibrosos (CNF), que foram estimados pela diferença entre carboidratos totais e FDN. Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos para as diferentes dietas pela equação:  $NDTOBS = PBD + (EED \times 2,25) + FDND + CNFD$ , segundo (SNIFFEN *et al.* 1992), em que PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; e CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis. A conversão alimentar (CA) foi calculada em quilogramas de MS por kg de ganho de peso (kgMS/kg).

Os animais foram pesados ao início do experimento e a cada sete dias, sempre em jejum, durante todo o período experimental para acompanhamento do ganho de peso médio diário (GMD) e avaliação do escore de condição corporal (ECC). Antes do abate, os animais foram pesados e permaneceram em jejum de sólidos por 18h. Decorrido este tempo, foram novamente pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PA), objetivando determinação da perda de peso decorrente do jejum imposto (PJ), calculada conforme a seguir:  $PJ (\%) = [(PV - PA) / PA] \times 100$ .

No momento do abate, os animais foram insensibilizados com anestésico na veia jugular, seguido de sangria através da secção da artéria carótida e veia jugular. Logo após, coletou-se e pesou-se: sangue, pele, pulmão e traqueia, coração, fígado, rins, cabeça, patas, testículos, trato gastrintestinal e vesícula biliar, para cálculo da proporção em relação ao PA. Após a evisceração, retirou-se a cabeça e a parte distal dos membros para obtenção da carcaça inteira e em seguida, obteve-se o peso de carcaça quente (PCQ) para cálculo do rendimento de carcaça quente (RCQ), onde  $RCQ = (PCQ/PVA) \times 100$ , e aferiu-se o pH inicial (pHi) da carcaça (OSORIO *et al.*, 1998a).

Sequencialmente, a carcaça quente foi identificada, envolvida em saco plástico e resfriada a 4°C por 24 horas, ocasião em que aferiu-se o pH final (pHf) e obteve-se o peso de carcaça fria (PCF) para cálculo do rendimento de carcaça fria (RCF), onde  $RCF = (PCF/PVA) \times 100$ . Calculou-se também as perdas por resfriamento (PR), em que  $PR (\%) = [(PCQ - PCF) / PCQ] \times 100$ , conforme a metodologia de Osório (1998a).



A conformação e acabamento da carcaça foram avaliadas segundo Cezar e Sousa (2007). Em seguida, as carcaças foram seccionadas no sentido sagital medial e, na meia carcaça esquerda, seguindo as normas citadas por Osório *et al.* (1998a), foram realizadas as medidas do comprimento e compacidade da carcaça.

As avaliações de área de olho-de-lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) foram realizadas no músculo *Longissimus dorsi*, com auxílio de paquímetro, sobre a secção do músculo *Longissimus dorsi*, medindo a distância máxima desse músculo no sentido mediolateral, correspondendo à largura (medida A) e a distância máxima no sentido dorsoventral, correspondendo ao comprimento (medida B) conforme metodologia descrita por Cezar e Sousa (2007). Realizados os procedimentos, as medidas foram inseridas na seguinte fórmula, para determinar a área de olho de lombo (AOL), em  $\text{cm}^2$ :  $\text{AOL} = (A/2 \times B/2) \times \omega$ , em que:  $\omega = 3,1416$ . Também foram medidos o perímetro torácico, largura de garupa, o perímetro de pernil e o comprimento de pernil, com fita métrica graduada em centímetros.

A meia-carcaça esquerda foi subdividida em seis regiões anatômicas, pesadas individualmente, e agrupadas em pescoço, pernil, paleta, lombo, costela e serrote, quantificados em proporção da carcaça fria (peso do corte/peso da carcaça fria x 100).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 (quatro relações proteína:NDT e duas condições de infecção). Para as avaliações não-paramétricas (ECCi, ECCf, acabamento e conformação), foi adotado o teste Kluskal Wallis seguido de procedimento de Conover (SAMPAIO, 2002) a 5% de probabilidade de erro tipo 1, conforme SAMPAIO (2002). As demais variáveis foram submetidas aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, a fim de serem verificados os pressupostos da normalidade e homogeneidade, respectivamente. Aceitos estes pressupostos, estes dados foram submetidos à análise estatística pelo programa SAS (2004), através do procedimento GLM e as médias dos dados comparadas pelo teste Tukey, em nível de 5% de significância.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre dietas e infecção para o escore de condição corporal final (ECCf) e ganho médio diário (GMD), no entanto observou-se efeito das dietas e da infecção ( $P < 0,05$ ) para essas variáveis (Tabela 3.3). Animais infectados apresentaram menores GMD (0,145g/dia) que animais não infectados (0,164g/dia). Ovinos infectados tendem a aumentar as exigências energéticas e proteicas de manutenção (NRC, 2007), para reparar e reagir aos danos na parede intestinal, desviando assim a síntese proteica dos músculos e ossos, e aliado ao menor CMS resultando em animais com desempenho inferior. O GMD dos animais é um fator importante, pois pode diminuir o tempo de permanência do animal na propriedade, promover o abate mais precoce dos animais e dessa forma, aumentar a rentabilidade do sistema de produção. Bricarello *et al.*, (2005), também encontraram GMD inferiores em cordeiros artificialmente com *Haemonchus contortus*, como resultado de menor CMS.

Animais infectados apresentaram menor ECCf que animais não infectados. O ECC é uma ferramenta de avaliação das reservas corporais do animal. Dessa forma, animais infectados apresentaram menor quantidade de energia acumulada nos tecidos, resultando em menor ECCf. Essa menor energia acumulada é resultante do menor consumo de matéria seca e menor GMD. Segundo Maurer (2005), além de requerimentos nutricionais e problemas fisiológicos, as verminoses também podem acarretar perda de peso e ECC, fatores que influenciam diretamente as características de carcaça dos animais.

Os cordeiros alimentados com RP/NDT de 186:696 apresentaram ECCf maior que aqueles animais alimentados com RP/NDT 103:641 e 71:597 e maior GMD que os animais das demais RP/NDT. Os animais alimentados com dieta com RP/NDT de 186:696 apresentaram peso final (PF) de 41,92 kg, superior ( $P < 0,05$ ) aos pesos finais dos animais nas demais dietas (Tabela 3.3). Observou-se que com a diminuição da RP/NDT houve decréscimo no peso final dos animais. Esses resultados reafirmam a dependência direta do desempenho animal em relação ao consumo de nutrientes, indicando que o maior aporte de proteína e energia contribui para o desenvolvimento muscular e adiposo, repercutindo em aumento de peso.

Tabela 3.3. Peso final (PF), escore de condição corporal inicial (ECCi), escore de condição corporal final (ECCf), ganho de peso médio diário (GMD) e consumo de matéria seca (CMS) e conversão alimentar (CA) de cordeiros artificialmente infectados com *Haemonchus contortus*, alimentados com dietas de diferentes RP/NDT.

Variáveis	Não infectados				Infectados				Significância			CV (%)
	RP/NDT				RP/NDT				RP/ND	INFEC <sup>2</sup>	RP/ND	
	71:597	103:641	140:679	186:696	71:597	103:641	140:679	186:696	T <sup>1</sup>	TxINF	EC <sup>3</sup>	
CMS	617,80	779,50	1014,70	976,50	448,00	802,60	858,94	945,20	<0,001	0,0149	0,0671	17,05
PF (kg)	22,16	29,20	36,80	41,96	18,36	29,52	35,20	41,48	<0001	0,055	0,143	6,81
GMD (kg/dia)	0,050	0,126	0,214	0,265	0,007	0,116	0,195	0,261	<0001	0,016	0,248	14,95
ECCi (1-5)	2,00	2,10	2,05	2,00	2,05	2,00	2,05	2,05	0,888	0,057	0,884	8,26
ECCf (1-5)	2,00	2,70	2,90	3,00	1,70	2,50	2,80	3,00	<0001	0,038	0,452	5,48
CA <sup>4</sup>	10,40	6,30	4,74	3,67	22,62	6,85	4,81	3,59	<0001	0,006	<0001	34,44

1= RP/NDT; 2= infecção; 3= interação entre RPE/NDT e infecção. 4= kgMS/kg.ganho CV= coeficiente de variação.

A interação ( $P < 0,05$ ) entre dieta e infecção para a CA encontra-se na Tabela 3.4. Os animais infectados e alimentados com a dieta de RP/NDT71:597 apresentaram CA de 22,26 kg MS/kg, que foi pior que animais da mesma dieta e não infectados (10,41 kg MS/kg). Animais infectados e não infectados das dietas com RP/NDT186:696 e 140:679 apresentaram melhor CA que aqueles recebendo dieta com RP/NDT71:597.

Tabela 3.4. Desdobramento da interação para conversão alimentar de cordeiros artificialmente infectados ou não com *Haemonchus contortus*, alimentados com dietas de diferentes RP/NDT.

Infecção	RP/NDT			
	71:597	103:641	140:679	186:696
Não infectados	10,41Ba	6,29Aab	4,78Ab	3,63Ab
Infectados	22,26Aa	6,85Ab	4,79Ab	3,57Ab

Médias seguidas por letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Entre os animais não infectados, os alimentados com as dietas de RP/NDT de 103:641 e 71:597 apresentaram CA semelhantes entre si e menores que as demais dietas. Esses resultados evidenciam a importância da nutrição frente ao parasitismo, indicando que animais que recebem nutrientes acima do mínimo recomendado para a manutenção, mesmo infectados são capazes de desenvolverem resiliência e ou resiliência parasitária e apresentarem bons GMD e melhor CA, em função dos nutrientes serem destinados apenas a manutenção e produção, o que não ocorre nos animais infectados, onde além da manutenção e ganho de peso os nutrientes também são destinados a ativação do sistema imunológico e reparação de tecidos.

Não houve interação entre as fontes de variação testadas para nenhuma das variáveis apresentadas na Tabela 3.5. Com exceção das perdas por resfriamento (PPR), não houve efeito de infecção para nenhuma das variáveis apresentadas, sendo estas influenciadas pelas dietas. A redução nos consumos de proteína e energia, causada pela redução da RP/NDT, refletiu diretamente sobre o PVA, PCQ e PCF, que apresentaram pesos decrescentes à medida que se reduziu a proteína e energia da dieta. Dietas que fornecem maior quantidade de nutrientes permitem ao animal expressar melhor o seu potencial genético e apresentar maior desempenho, peso vivo e de carcaça.

Tabela 3.5. Peso vivo ao abate (PVA), perdas por jejum (PPJ), peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF) e perdas por resfriamento (PPR) de cordeiros artificialmente infectados com *Haemonchus contortus* alimentados com dietas de diferentes RP/NDT.

	Não infectados				Infectados				Significância			CV (%)
	RP/NDT				RP/NDT				RP/ND T <sup>1</sup>	INFEC <sup>2</sup>	RP/NDTx INFEC <sup>3</sup>	
	71:597	103:641	140:679	186:696	71:597	103:641	140:679	186:696				
PVA, kg	20,52	29,08	34,56	39,86	17,66	27,60	33,66	39,68	<0001	0,494	0,311	6,81
PPJ, %	5,12	6,60	5,09	4,99	4,60	6,31	4,98	5,09	0,510	0,318	0,852	4,28
PCQ, kg	8,06	13,46	16,04	19,02	6,48	12,68	16,25	19,08	<0001	0,750	0,152	8,75
PCF, kg	7,81	13,11	15,77	18,73	6,17	12,35	15,92	18,71	<0001	0,664	0,170	9,27
RCQ, %	39,31	46,07	48,24	47,69	36,70	46,28	46,48	48,14	<0001	0,942	0,079	4,13
RCF, %	38,09	44,81	47,26	46,95	34,93	45,02	45,69	47,19	<.0001	0,667	0,081	4,68
PPR, %	2,32	2,49	1,53	1,75	3,11	2,94	2,39	1,86	0,020	0,034	0,070	19,54

1= RP/NDT; 2= infecção; 3= interação entre RP/NDT e infecção. CV= coeficiente de variação.

As PPJ não foram influenciadas pelas dietas. Os rendimentos da carcaça apresentam relação com a eficiência do animal em converter a dieta consumida em carcaça (MENDES *et al.*, 2012), e está diretamente relacionada com a remuneração do produtor. O RCF dos animais alimentados com RP/NDT 186:696 foi maior (47,07) que dos animais alimentados com dietas com RP/NDT103:641 (44,91%) e 71:597 (36,51%). Os animais alimentados com a dieta com RP/NDT71:597 apresentaram menor RCQ que os submetidos as demais dietas.

Animais infectados apresentaram maiores PPR (2,57%) do que os não infectados (2,02%). Esse resultado se dá em função dos animais infectados terem apresentados menor ECCf, menor CMS e menor espessura de gordura subcutânea (EGS) (Tabela 3.6), que apresentou comportamento semelhante ao de PPR, em que os animais infectados apresentaram menor EGS (1,86 mm). Segundo Siqueira (1996), em animais infectados a deposição de gordura é menor, devido à menor energia disponível para deposição, em função do maior requerimento de nutrientes na tentativa de controle à infecção, havendo dessa forma, maiores PPR na carcaça.

A gordura subcutânea funciona como um isolante térmico, atuando principalmente contra a desidratação, o escurecimento do músculo e encurtamento das fibras musculares causados pela queda brusca de temperatura na superfície do músculo, que podem prejudicar a maciez (FERNANDES *et al.*, 2008). Os animais alimentados com as dietas de RP/NDT de 140:679 e 186:696 apresentaram carcaças com EGS superiores as demais dietas. A menor EGS (1,12 mm) foi encontrada nos animais alimentados com a RP/NDT 71:597. Segundo Okeudo (2005), EGS acima de 2,5 mm proporcionam carcaças de cordeiros com adequado grau de acabamento. Com exceção da dieta de RP/NDT 71:597, as demais dietas proporcionaram carcaças de valores de EGS semelhantes ou bem próximos ao recomendado pelo autor.

Os resultados de conformação, acabamento e área de olho de lombo (AOL), não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pela condição de infecção (Tabela 3.6), entretanto, todas essas variáveis foram influenciadas pelas dietas ( $P < 0,05$ ). A dieta de RP/NDT 71:597 proporcionou aos animais, carcaças com valores inferiores para todos esses parâmetros em relação as demais dietas.

Tabela 3.6. Conformação, grau de acabamento, área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS), pH inicial e pH final da carcaça de cordeiros artificialmente infectados com *Haemonchus contortus*, alimentados com dietas de diferentes RP/NDT.

Parâmetros	Não infectados				Infectados				Significância			CV (%)
	RP/NDT				RP/NDT				RP/ND	INFE <sup>2</sup>	RP/ND	
	71:597	103:641	140:679	186:696	71:597	103:641	140:679	186:696	T <sup>1</sup>	EC <sup>3</sup>	TxINF	
EGS (mm)	1,33	1,97	2,76	2,89	0,87	1,96	2,15	2,29	<0001	0,009	0,239	16,60
Conformação	1,10	3,40	3,60	4,00	1,00	2,80	3,40	3,60	<0001	0,324	0,319	9,32
Acabamento	1,50	3,40	4,00	3,40	1,40	2,90	3,40	3,20	<0001	0,734	0,293	17,45
AOL (cm <sup>2</sup> )	5,62	9,97	10,60	11,65	3,94	8,52	10,40	12,07	<0001	0,998	0,305	20,30
pHi	6,52	6,52	6,54	6,72	6,36	6,74	6,90	6,78	0,546	0,444	0,683	7,52
pHf	6,30	5,90	5,94	6,26	6,20	6,04	6,50	6,06	0,490	0,493	0,301	7,58

1= RP/NDT; 2= infecção; 3= interação entre RP/NDT e infecção. CV= coeficiente de variação.

Tabela 3.7. Medidas morfométricas da carcaça de cordeiros artificialmente com *Haemonchus contortus*, alimentados com dietas de diferentes RP/NDT.

Parâmetros (cm)	Não infectados				Infectados				Significância			CV (%)
	RP/NDT				RP/NDT				RP/NDT	INFE <sup>2</sup>	RP/NDT	
	71:597	103:641	140:679	186:696	71:597	103:641	140:679	186:696	1	C <sup>3</sup>	TxINFE	
Per. Torácico	55,08	65,28	68,70	72,06	55,04	62,00	64,24	69,62	<0001	0,32	0,27	6,61
Per. Pernil	26,40	29,28	30,92	35,36	22,00	26,40	28,90	35,02	<0001	0,96	0,11	12,06
Comp. Pernil	34,08	36,70	39,40	38,20	31,50	37,02	36,44	40,40	0,002	0,50	0,51	9,51
Comp. Interno	43,46	45,60	48,62	48,94	40,96	42,92	45,26	48,34	0,001	0,55	0,13	6,69

1= RP/NDT; 2= infecção; 3= interação entre RP/NDT e infecção. CV= coeficiente de variação.

A AOL é considerada um indicador de musculosidade do animal. Dessa forma, maiores valores dessa variável são desejados no músculo. O menor valor para a dieta de RP/NDT 71:597 justifica-se pelo menor desempenho e menor peso de carcaça dos animais alimentados com essa dieta. A dieta com RP/NDT 186:696 proporcionou maior AOL e conformação que as dietas com RP/NDT 103:641 e 71:597 como consequência do maior peso ao abate desses animais. Uma adequada conformação indica desenvolvimento proporcional das distintas regiões anatômicas que compõe a carcaça, de modo que as melhores conformações de carcaça apresentam os cortes de maior valor comercial mais pronunciados (ZUNDT *et al.*, 2003), fato este constatado no presente trabalho. O pH inicial e pH final não foram influenciados pelas dietas.

Não houve influência da infecção para nenhuma das variáveis apresentadas na tabela 3.7. Observou-se que houve variação dos dados em função das diferentes dietas. Os valores de perímetro torácico, perímetro de pernil e comprimento interno da carcaça na RP/NDT 186:696 foram maiores que nas dietas de RP/NDT 103:641 e 71:597. O comprimento de pernil das dietas de RP/NDT 186:696 e 140:679 foi maior que na RP/NDT 71:597. Esses resultados refletem as diferenças nos pesos de abate dos animais.

A infecção não influenciou ( $P > 0,05$ ) o peso dos cortes comerciais, entretanto, todos os cortes foram influenciados pelas dietas (Tabela 3.8). A RP/NDT 71:597 proporcionou menores pesos de todos os cortes comerciais avaliados, reflexo do menor GMD e, conseqüentemente, menor peso ao abate (tabelas 3.3 e 3.4 respectivamente). O peso do pernil, lombo, pescoço e costela foram semelhantes para as RP/NDT 186:696 e 140:679. O peso da paleta (1,80 kg) da dieta com RP/NDT 186:696 foi maior ( $P < 0,05$ ) que as demais dietas. As diferenças para os pesos dos cortes, se deve basicamente aos diferentes pesos de abates, sendo estes influenciados pelas dietas recebidas pelos animais, uma vez que existe uma relação direta entre o peso das carcaças e o peso dos cortes. Maiores pesos de Pernil e Lombo são desejáveis na carcaça, pois são considerados cortes nobres que possuem maior valor comercial, o que contribui para o aumento da rentabilidade dos produtores.

Não houve influência ( $P > 0,05$ ) da dieta sobre os rendimentos dos cortes comerciais (Tabela 3.8).



Tabela 3.8. Pesos e rendimentos dos cortes comerciais de cordeiros artificialmente com *Haemonchus contortus*, alimentados com dietas de diferentes RP/NDT.

Peso (kg)	Não infectados				Infectados				Significância			CV (%)
	RP/NDT				RP/NDT				RP/ND T <sup>1</sup>	INFEC <sup>2</sup>	RP/NDTx INFEC <sup>3</sup>	
	71:597	103:641	140:679	186:696	71:597	103:641	140:679	186:696				
Pernil	1,26	2,04	2,36	2,75	0,80	1,94	2,40	2,60	<0001	0,195	0,122	13,99
Lombo	0,44	0,72	0,82	0,95	0,33	0,69	0,82	0,84	<0001	0,873	0,349	18,65
Paleta	0,71	1,27	1,44	1,88	0,50	1,04	1,46	1,73	<0001	0,090	0,725	20,07
Pescoço	0,36	0,52	0,64	0,79	0,23	0,48	0,69	0,69	<0001	0,602	0,139	20,37
Costela	0,42	0,66	0,87	0,97	0,30	0,64	0,79	0,97	<0001	0,196	0,663	19,58
Serrote	0,92	1,51	1,92	2,22	0,75	1,52	1,91	2,38	<0001	0,986	0,284	12,10
Rendimento (%)												
Pernil	16,19	15,64	15,00	14,67	12,39	15,56	15,07	13,93	0,558	0,145	0,256	16,24
Lombo	5,56	5,77	5,18	4,52	5,12	5,26	5,20	4,70	0,280	0,850	0,806	20,20
Paleta	9,04	10,29	9,18	10,00	8,15	8,02	9,11	9,10	0,528	0,022	0,362	14,90
Pescoço	4,55	3,91	4,36	4,25	3,81	3,85	4,03	3,68	0,569	0,900	0,126	15,65
Costela	5,46	5,33	5,46	5,13	4,81	4,87	4,98	5,20	0,982	0,149	0,768	15,79
Serrote	11,79	12,31	12,14	12,64	12,16	11,72	12,00	11,81	0,975	0,743	0,562	9,75

1= RP/NDT; 2= infecção; 3= interação entre RP/NDT e infecção. CV= coeficiente de variação.

Houve influência da infecção apenas para rendimento de paleta, em que animais não infectados apresentaram maior rendimento (9,63%) que os animais infectados (8,59%). Esse resultado não era esperado, uma vez que não houve influência da infecção para o peso de paleta.

A semelhança no rendimento dos cortes, não influenciados pelos tratamentos, confirma a lei da harmonia anatômica (BOCCARD e DUMONT, 1960), a partir da verificação de que os rendimentos dos cortes, mesmo para pesos ao abate diferentes, não sofrem grandes variações. Ausência de efeito das dietas sobre o rendimento dos cortes da carcaça de cordeiros tem sido reportado na literatura por Manso *et al.* (2009), Rodrigues *et al.* (2008a) e Cunha *et al.* (2008). Nos tratamentos estudados, o pernil, considerado o corte mais nobre da carcaça ovina, contribuiu com o maior rendimento, possivelmente em virtude da maior quantidade de tecido muscular desse corte em comparação aos demais.

### 3.4 CONCLUSÃO

A infecção por *Haemonchus contortus* nas condições do presente experimento exerce pouca influência nas características de carcaça dos cordeiros, sendo o efeito dessas características mais pronunciado pelas diferentes dietas testadas.

Dietas com RP/NDT de 140:679 e 186:696 proporcionam melhor desempenho animal e melhores características de carcaça de cordeiros que as demais testadas.

### 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTES. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: AOAC, 1990. 1117p.

BOCCARD, R.; DUMONT, B. L. Etude de la production de viande chez les ovins. II. Variation de l'importance relative des différentes régions corporelles des agneaux de boucherie. **Annales de Zootechnie**, Paris, v. 9, p. 355-365, 1960.

BRICARELLO, P. A.; AMARANTE, A. F. T.; ROCHA, R. A.; CABRAL FILHO, S. L.; HUNTLEY, J. F.; HOUDIJK, J. G. M.; ABDALLA, A. L.; GENNARI, S. M. Influence of dietary protein supply on resistance to experimental infections with *Haemonchus contortus* in Ile de France and Santa Inês lambs. **Veterinary Parasitology**, v. 134, p. 99-109, 2005.

CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. e CECON, P.R. Estimativas de valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1837-1856, 2001.

CEZAR, M. F.; SOUZA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas**: obtenção, avaliação, classificação. João Pessoa: Agropecuária Tropical, 2007. 147p.

CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, M. F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p. 1112-1120, 2008.

FAO. **Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação**. Estatísticas FAO, 2014. Disponível em: <[www.fao.org](http://www.fao.org)>.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E.A.; TULLIO, R.R.; PERECIN, D. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, p. 139-147, 2008.

FONT-I-FURNOLS, M., AND L. GUERRERO. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. **Meat Science** v. 98, p. 361-371, 2014.

GORDON, H.M.; WHITLOCK, H.V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of Council of Science and Industry Research**, Australia, v.12, p. 50-52, 1939.

HASHIMOTO, J.H.; OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; BONACINA, M.S.; LEHMEN, R.I.; PEDROSO, C.E.S. Qualidade da carcaça, desenvolvimento regional e tecidual de cordeiros terminados em três sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.438-448, 2012.

KNOX, M., ZAHARI, M.W. Urea–molasses blocks for parasite control. **FAO Animal Production and Health Papers** 141, 23–38, 2000.

KNOX, M.; STEEL, J. Nutritional enhancement of parasite control in small ruminant production systems in developing countries of south-east Asia and Pacific. **International Journal for Parasitology**, Oxford, v. 26, p. 963-970, 1996.

MANSO, T.; BODAS, R.; CASTRO, T.; JIMENO, V.; MANTECON, A. R. Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. **Meat Science**, Barking, v. 83, n. 3, p. 511–516, 2009.

MAURER, T. 2005. **Reducing parasite problems in small ruminants**. *Attra News*. 13 (1): 1-6. Disponível em: [http://attra.ncat.org/attradigest/ATTRAnews\\_Jan05](http://attra.ncat.org/attradigest/ATTRAnews_Jan05).

MENDES, G. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; RUAS, J. R. M.; SILVA, F. V.; CALDEIRA, L. A.; PEREIRA, M. E. G.; SOARES, F. D. S.; PIRES, D. A. A. Características de carcaça e qualidade da carne de novilhas alimentadas com silagem de capim-marandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.12, p.1774-1781, 2012.

MILLER, A. **Meteorology**. 2ª ed. Columbia, Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company, 1971. 154p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. 2007, 362p.

OKEUDO, N.J.; MOSS, B.W. Interrelationships amongst carcass and meat quality characteristics of sheep. **Meat Science**, Barking, v. 69, n. 1, p. 1-8, 2005.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M., JARDIM, P.O., PIMENTEL, M.A., POUHEY, J.L., CARDELLINO, R.A., MOTTA, L., ESTEVES, R. **Métodos para avaliação da produção de carne ovina: “in vivo”, na carcaça e na carne**. Pelotas, RS: UFPel, 1998, 107p.

RODRIGUES, G. H.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MENDES, C. Q.; URANO, F. S.; CASTILLO, C. J. C. Polpa cítrica em rações para cordeiros em confinamento: características da carcaça e qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 10, p. 1869-1875, 2008a.

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2. ed. 2002, 265p.

SENGER, C.C.D.; KOZLOSKI, G.V.; SANCHEZ, L.M.B.; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S. Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, p.169-174, 2008.

SIQUEIRA, E.R. Recria e terminação de cordeiros em confinamento. In: SILVA 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: Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562- 3577, 1992.

SOBRINHO, A.G.; BATISTA, A.M.V.; ORTOLANI, E.L.; SUSIN, I.; SILVA, J.F.C.; TEIXEIRA.C.; BORBA, J, M.F.S. (Ed.). **Nutrição de ovinos**, Jaboticabal – SP: FUNEP, p.175-212, 1996.

STATISTICAL ANALISYS SYSTEM - SAS. **User's guide SAS/STAT® 9.1**. Cary, NC: SAS Institute, 5135p, 2004.

SUMBRIA, D., SANYAL, P.K. Exploiting Nutrition-Parasite Interaction for Sustainable Control of Gastrointestinal Nematodosis in Sheep. *Vetscan*. In: **www.vetscan.co.in**. Vol. 4, Article 39, 2009.

TORRES-ACOSTA, J.F.T.; H. HOSTE, H. Alternative or improved methods to limit gastrointestinal parasitism in grazing sheep and goats. **Small Ruminants**. v. 77, p. 159–173, 2008.

TURINO, V. F.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MENDES, C. Q.; MORAIS, J. B.; JUNIOR, R. C. O. Casca de soja na alimentação de cordeiros confinados: desempenho e características da carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, p. 495-503, 2007.  
UENO, H.; GONÇALVES, P. C. **Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes**. 4.ed, 1998.143p.

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.

ZUNDT, M.; MACEDO, F. A. F.; MARTINS, E. N.; MEXIA, A. A.; NIETO; L. M.; YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, R. M. G. Características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento, com dietas contendo diferentes níveis proteicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p.565-571, 2003.

#### Capítulo 4. Parâmetros parasitológicos, hematológicos e bioquímicos de cordeiros artificialmente infectados com *Haemonchus contortus*, alimentados com dietas de diferentes relações proteína e nutrientes digestíveis totais

##### RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência de dietas formuladas com diferentes proporções de proteína e nutrientes digestíveis totais (NDT) sobre a contagem de ovos por grama de fezes, carga parasitária adulta total, anemia pelo método Famacha<sup>®</sup>, parâmetros hematológicos e perfil bioquímico sanguíneo em cordeiros artificialmente com *Haemonchus contortus*. Foram utilizados 40 cordeiros machos, com peso inicial médio de 18 kg e cinco meses de idade alojados em gaiolas metabólicas. Os tratamentos foram constituídos de quatro diferentes relações proteína:NDT (RP/NDT) (71:597; 103:641; 140:679; 186:696), com animais infectados com *Haemonchus contortus*, perfazendo oito tratamentos experimentais e cinco repetições por tratamento. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 (quatro RP/NDT e duas condições de infecção). Houve influência das dietas para OPG e números de *Haemonchus* recuperados na necropsia. A maior contagem de OPG foi encontrada nos animais da RP/NDT 71:597 (3213,7) e o OPG dos animais das demais dietas foram semelhantes entre si. Animais das dietas de RP/NDT 71:597 e 186:696 apresentaram maior quantidade de *Haemonchus* recuperados. Houve influência da infecção para os valores de volume globular e proteínas plasmáticas totais, em que animais infectados apresentaram menor valor para essas variáveis. Dietas de RP/NDT 140:170 e 186:696 proporcionaram aos animais volume globular semelhante a dieta de RP/NDT 103:641 e maior que a dieta 71:597. Não houve influência das dietas para os valores de proteínas plasmáticas totais ( $P > 0,05$ ). Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre dieta e infecção para o grau de anemia pelo método Famacha<sup>®</sup>, onde os animais infectados e alimentados com RP/NDT 71:597 apresentaram maior grau FAMACHA<sup>®</sup> (2,16) que os não infectados da mesma dieta (1,24), entretanto, não necessitando ainda de vermifugação. Não houve influência da infecção para as concentrações de uréia, gama glutamiltransferase e fosfatase alcalina, sendo estas variáveis influenciadas apenas pelas dietas. Animais alimentados com RP/NDT 186:696 apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) concentrações de gama glutamiltransferase que animais das RP/NDT 103:641 e 71:597. Maiores concentrações de fosfatase alcalina foram encontradas nos animais da RP/NDT 186:696. Dietas de RP/NDT 186:696 e 140:679 proporcionaram maiores concentrações de uréia. Houve interação entre dieta e infecção ( $P < 0,05$ ) para as concentrações de albumina, onde animais infectados da dieta de RP/NDT 71:597 apresentaram menores concentrações de albumina que os não infectados da mesma dieta. Não houve influências das fontes de variação avaliadas para as concentrações de aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase, bilirrubina total e bilirrubina direta. Nas condições do presente estudo, nutrientes acima do mínimo recomendado para manutenção mantêm os valores dos parâmetros parasitológicos, hematológicos e bioquímicos normais em ovinos artificialmente infectados, proporcionando resistência e/ou resiliência aos animais.

**Palavras-chaves:** nutrição, parasitismo, resistência, resiliência

## Chapter 4. Parasitological, hematological and biochemical parameters of lambs experimentally infected with *Haemonchus contortus* fed different crude protein to total digestible nutrients ratios

### ABSTRACT

The aim was to evaluate the effects of feeding different crude protein to total digestible nutrients (TDN) ratios on fecal egg count, overall parasite load, anemia level by the Famacha<sup>®</sup> method, hematological parameters and serum biochemical profile in lambs infected with *Haemonchus contortus*. A total of 40 male lambs with mean initial weight of 18 kg and five months old were housed in metabolic cages. The treatments were four different protein:TDN (CP/TDN) (71:597; 103:641; 140:679 and 186:696) to animals infected or not with *Haemonchus contortus*, totaling eight treatments and five replicates per treatment. A 4 x 2 factorial scheme (four CP/TDN ratios and two infection conditions) was used in a completely randomized design. The diet influenced fecal egg count (FEC) and the number of *Haemonchus* recovered at necropsy. The highest FEC was found in animals fed the diet CP/TDN71:597 (3213.7), whereas the FEC of animals fed other diets were similar. Animals receiving CP/TDN71:597 and 186:696 diets had higher number of *Haemonchus* recovered. The infection reduced the values of globular volume and total plasma proteins. CP/TDN140:170 and 186:696 diets resulted in animals with similar globular volume to those receiving CP/TDN103:641 but greater than animals fed the ratio 71:597. There was no dietary influence on the total plasma protein values ( $P>0.05$ ). There was an interaction ( $P<0.05$ ) between diet and infection on the degree of anemia assessed by the Famacha<sup>®</sup> method, in which infected animals fed CP/TDN 71:597 had higher Famacha<sup>®</sup> score (2.16) than those not infected receiving the same diet (1.24), but drenching was not necessary. There was no influence of infection on the concentrations of urea, gamma glutamyltransferase and alkaline phosphatase. These variables were only influenced by diets. Lambs fed CP/TDN 186:696 had higher ( $P<0.05$ ) gamma glutamyltransferase concentrations than those fed CP/TDN 103:641 and 71:597. Higher concentrations of alkaline phosphatase were found in animals receiving CP/TDN 186:696. CP/TDN diets 186:696 and 140:679 resulted in higher urea concentrations. There was an interaction between diet and infection ( $P<0.05$ ) on albumin concentrations, in which infected lambs receiving CP/TDN71:597 diet had lower albumin concentrations than those not infected fed the same diet. There were no influences of the sources of variation evaluated on the concentrations of aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, total bilirubin and direct bilirubin. Under the conditions of the present study, nutrient supply above the minimum recommended for maintenance is enough to maintain normal values of parasitological, hematological and biochemical parameters in artificially infected sheep, providing resistance and/or resilience to the animals.

**Keywords:** nutrition, parasitism, resistance, resilience



## 4.1 INTRODUÇÃO

A ovinocultura é uma atividade explorada em diversas regiões do mundo, sobretudo nos países tropicais. No Brasil, a ovinocultura desempenha um papel produtivo nas mais distintas regiões do país, além disso, existe um mercado com grande potencial para o consumo de carne ovina (GERON *et al.*, 2012). Entretanto, os parasitos gastrintestinais se constituem em uma das principais causas de mortalidade e redução da produtividade em pequenos ruminantes (CHARLIER *et al.*, 2012b) dificultando assim a expansão da ovinocultura.

O principal parasito gastrintestinal dos ovinos é *Haemonchus contortus*, que acarreta sérios prejuízos econômicos na ovinocultura mundial (AFONSO *et al.*, 2013), em virtude da alta morbidade e mortalidade (VILELA *et al.*, 2012). Esse parasito se localiza no abomaso, e grande parte da sua patogenicidade é proveniente da hematofagia, provocando anemia hemorrágica. A consequência do parasitismo em um rebanho se manifesta em várias proporções, conforme as espécies presentes, o estado nutricional, fisiológico e a intensidade de infecção no hospedeiro (VIEIRA, 2006). O controle de parasitos gastrintestinais, na maioria das propriedades é feito exclusivamente por anti-helmínticos (AH), e o uso indiscriminado desses AH contribuem para a seleção e estabelecimento de parasitos resistentes (ALMEIDA *et al.*, 2010). O aumento crescente dessa resistência constitui um dos maiores problemas para o controle efetivo de parasitos em ovinos.

O aumento constante da resistência a AH estimulou pesquisadores e produtores a busca por métodos alternativos menos dependentes da quimioterapia. Entre estes métodos, a manipulação nutricional do hospedeiro parece representar uma opção promissora e de curto prazo. Animais que recebem alimentação de boa qualidade podem apresentar aumento na habilidade para enfrentar as consequências adversas do parasitismo, aumento na resistência, limitando o estabelecimento de larvas infectantes, o desenvolvimento e a fecundidade dos nematódeos ou, até mesmo, causando a eliminação dos parasitos já estabelecidos no trato digestório (COOP e KYRIAZAKIS, 2001).

Segundo Houdijk *et al.* (2005) ovinos parasitados requerem quantidade extra de proteína metabolizável (PM) entre 20 – 25%, para reparar ou substituir tecidos lesados e expressar uma resposta imunológica satisfatória, especialmente cordeiros em crescimento e ovelhas no periparto. A energia da dieta também é considerada

importante na resistência às infecções parasitárias, pois nutre as bactérias ruminais e melhora o aproveitamento dos nutrientes (KNOX e ZAHARI, 2000), sendo essencial a sintonia entre nitrogênio e energia no rúmen, para que ocorra a maximização da produção de PM.

Visando minimizar o desenvolvimento acelerado de resistência parasitária, medidas de controle com base no diagnóstico de anemia, pelo método FAMACHA®, o acompanhamento da contagem do número de ovos por grama de fezes (OPG) e do volume globular (VG), surgem como alternativas na busca da manutenção da eficácia das drogas antiparasitárias (VERÍSSIMO *et al.*, 2012).

Objetivou-se no presente trabalho avaliar o efeito de dietas formuladas com diferentes proporções proteína e nutrientes digestíveis totais, sobre a contagem de ovos por grama de fezes, carga parasitária adulta total, anemia pelo método Famacha®, parâmetros hematológicos e perfil bioquímico sanguíneo em cordeiros artificialmente com *Haemonchus contortus*.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos e protocolos utilizados neste experimento, foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Embrapa Caprinos e Ovinos (CEUA) protocolo de número 17/2015. O experimento foi realizado no Laboratório de Respirometria do Semiárido (LARESA) da Embrapa Caprinos e Ovinos, localizado em Sobral-CE, a 70 m de altitude, a 3° 41'S e 40° 20'W. O clima da região é do tipo BShw', segundo a classificação de Köppen, com estação chuvosa compreendida entre os meses de janeiro e maio e a estação seca entre os meses de junho a dezembro (MILLER, 1971), com temperatura média de 26,20° C. O experimento ocorreu no período de 30 de março à 30 de junho de 2016.

Foram utilizados 40 cordeiros machos sem padrão racial definido (SPRD), não castrados, com 5 ± 2 meses de idade e peso vivo médio 18 ± 1,2 Kg. Os tratamentos consistiram em um fatorial 4 x 2 (quatro dietas formuladas com diferentes proporções de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais, tendo sido metade dos animais infectados com *Haemonchus contortus* e a outra metade, não infectada), perfazendo oito tratamentos experimentais, com cinco repetições por tratamento. As dietas foram constituídas por alimentos padrões (Tabela 4.1), Feno de Tifton 85 (de partidas diferentes com diferentes composições bromatológicas), milho,

farelo de soja, óleo vegetal e calcário, com teores de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) conhecidos nas seguintes relações: Dieta 1; PB= 71 e NDT=597 = Dieta 2; PB= 103 e NDT= 640; Dieta 3; PB= 140 e NDT= 679; Dieta 4; PB= 186e NDT=696 (Tabela 4.2).

Os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: Tratamento (T) 1= Dieta 1, animais não infectados; T2= Dieta 1, animais infectados; T3= Dieta 2, animais não infectados; T4= Dieta 2, animais infectados; T5= Dieta 3, animais não infectados; T6= Dieta 3, animais infectados; T7= Dieta 4, animais não infectados; T8= Dieta 4, animais infectados.

A alimentação foi fornecida *ad libitum*, duas vezes ao dia, as 08:00 e as 16:00 horas com ajuste da quantidade de sobras para 10 a 20% do total fornecido diariamente e pesava-se cada ingrediente individualmente a cada dia.

Tabela 4.1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

Itens	Ingredientes				
	Feno de Tifton 85 <sup>1</sup>	Feno de Tifton 85 <sup>2</sup>	Farelo de soja	Milho	Óleo Vegetal
Matéria seca, g.kg <sup>-1</sup> MN <sup>3</sup>	834,8	838,7	838,0	843,0	999,13
Matéria Mineral, g.kg <sup>-1</sup> MS	67,0	67,0	60,10	086	0,00
Proteína bruta, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>4</sup>	80	71	470	84	0,00
FDN, g.kg <sup>-1</sup> MS	761,8	772,9	162,8	146	0,00
FDA, g.kg <sup>-1</sup> MS	451,9	409,6	105,6	28,5	0,00
Lignina, g.kg <sup>-1</sup> MS	60,20	41,40	19,81	096	0,00
Hemicelulose g.kg <sup>-1</sup> MS	309,9	363,3	57,2	117,5	0,00
CHOT, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>5</sup>	834,4	847,3	411,1	870,1	0,00
CNF, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>5</sup>	390,7	393,0	274,6	734,9	0,00
EE, g.kg <sup>-1</sup> MS	17,0	13,5	18,0	32,1	1000,00
NDT*	579,24	597,22	726,42	759,19	184,00**

1= feno com 80 g.kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta; 2=feno com 71 g.kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta; 3= Matéria natural. 4= Matéria seca. FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; FDA= fibra insolúvel em detergente ácido; CHOT= carboidratos totais; CNF= carboidratos não fibrosos; EE= extrato etéreo. 5=calculado conforme metodologia de Sniffen *et al.* (1992). \*Estimado conforme Capelle *et al.* (2001). \*\*Tabelado.

Tabela 4.2. Proporção dos ingredientes utilizados e composição bromatológica das dietas experimentais.

Ingredientes g.kg MS	Dietas			
	71:597	103:641	140:679	186:696
Feno de Tifton 85 <sup>1</sup>	00,00	647,50	417,50	309,40
Feno de Tifton 85 <sup>2</sup>	1000,00	00,00	00,00	00,00
Farelo de soja	00,00	55,20	151,01	268,80
Milho	00,00	295,30	428,40	409,71
Óleo vegetal	00,00	00,00	00,00	8,10
Calcário	00,00	2,00	3,10	4,00
Itens	Composição bromatológica			
MS, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>3</sup>	838,70	835,73	836,21	828,92
MM, g.kg <sup>-1</sup> MS	67,00	72,10	73,89	72,12
PB, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>4</sup>	71,00	102,55	140,36	185,50
FDN, g.kg <sup>-1</sup> MS	772,90	545,37	405,18	339,28
FDA, g.kg <sup>-1</sup> MS	409,60	306,85	216,82	179,88
Lignina, g.kg <sup>-1</sup> MS	41,41	68,42	69,25	63,28
Hemicelulose g.kg <sup>-1</sup> MS	363,30	238,52	188,36	159,40
CHOT, g.kg <sup>-1</sup> MS	848,50	803,90	769,00	712,00
CNF, g.kg <sup>-1</sup> MS	75,60	258,53	363,82	372,72
EE, g.kg <sup>-1</sup> MS	13,50	21,48	23,57	31,35
NIDN (%NT)	3,97	3,26	2,96	2,14
NIDA (%NT)	3,53	2,77	3,21	2,95

1= feno com 80 g.kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta; 2=feno com 71 g.kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta; 3= Matéria natural. 4= Matéria seca. FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; FDA= fibra insolúvel em detergente ácido; CHOT= carboidratos totais; CNF= carboidratos não fibrosos; EE= extrato etéreo; NDT= nutrientes digestíveis totais.

Antes do início do experimento, os animais foram separados por lote conforme peso vivo, recebendo ração com quantidade de proteína bruta e concentrados diferentes, a fim de homogeneização para obtenção de peso uniforme. Também foram vermifugados por via oral, com anti-helmínticos de três diferentes grupos químicos, com intervalo de uma semana entre as medicações. Os anti-helmínticos utilizados foram, respectivamente, Closantel 10% (10mg/kg), Cloridrato de levamisole 5% (5mg/kg) e Monepantel 2,5% (2,5mg/kg).

Decorridos sete dias de cada vermifugação, procedeu-se análise de OPG, até a certificação de que todos os animais encontravam negativos em termos de contagem de OPG, fato este ocorrido após a terceira vermifugação. Procedeu-se então três semanas consecutivas de realização de OPG pela técnica de Gordon e Withlock, (1939), modificada por Ueno, (1998) para certificação de que os animais

estavam de fato livres de infecção por parasitos gastrintestinais. Após certificar-se que os animais estavam com OPG negativo, procedeu-se a distribuição dos animais nos grupos e alocação nas gaiolas metálicas de metabolismo, providas de comedouro, bebedouro e saleiro em galpão de alvenaria coberto.

Após 14 dias de adaptação dos animais, para o grupo infectado, realizou-se a primeira infecção experimental, seguindo os padrões éticos de respeito ao bem-estar animal e cada animal recebeu aproximadamente 2000 larvas (L3) infectantes de *Haemonchus contortus* a cada sete dias, por um período de três meses, totalizando nove infecções. As infecções foram realizadas por via oral, com auxílio de uma pistola semiautomática sendo as larvas oriundas de coprocultura, realizada pela técnica adaptada de Roberts e O'Sullivan (1950).

Semanalmente durante todo o período experimental, foram coletadas amostras individuais de fezes de todos os animais, para realização de exames parasitológicos (OPG) e amostras sanguíneas para realização de exames hematológicos e perfil bioquímico e realizada a classificação do grau de anemia pelo método FAMACHA<sup>®</sup>. As amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal e acondicionadas individualmente em sacos plásticos, identificados com o número do animal e mantidas sob refrigeração e posteriormente levadas para o laboratório de parasitologia da Embrapa Caprinos e Ovinos, para a realização dos exames de OPG utilizando-se a técnica descrita por Gordon e Withlock (1939), modificada por Ueno, (1998).

As amostras de sangue foram coletadas através da veia jugular dos animais e colocadas em dois tubos Vacutainer<sup>®</sup> de 4.5 mL, sendo um com ácido etileno diaminotetraacetato de sódio (EDTA) como anticoagulante e outro sem anticoagulante. As amostras dos tubos com EDTA foram utilizadas para a determinação do Volume Globular (VG) e Proteínas Plasmáticas Totais (PPT). O VG foi mensurado através do método do micro-hematócrito, onde os tubos capilares foram preenchidos com amostras de sangue e submetidos à centrifuga para micro-hematócrito durante 10 minutos a uma velocidade de 15.000 Xg. Após a centrifugação, procedeu-se a leitura com o auxílio do cartão de micro hematócrito, segundo as recomendações de Jain (1993). Após a leitura do VG, os capilares foram quebrados e com o plasma depositado no refratômetro clínico manual (Atago<sup>®</sup>), foi mensurada a PPT, segundo técnica preconizada por Wolf *et al.* (1962). As análises

de OPG, VG e PPT foram realizadas no laboratório de Parasitologia da Embrapa Caprinos e Ovinos.

As amostras sem anticoagulante, utilizadas para obtenção do perfil bioquímico sérico, foram centrifugadas a 2500 RPM durante 20 minutos, para separação do soro. A seguir, o soro foi pipetado em micro tubos tipo Eppendorf e as amostras embaladas e conservadas em freezer a menos 20°C até a realização das determinações. A atividade das enzimas aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), gamaglutamiltransferase (GGT), fosfatase alcalina (FA), bilirrubina total e direta e uréia foi mensurada utilizando-se kits comerciais específicos (LABTEST). As leituras dos parâmetros bioquímicos foram realizadas em espectrofotômetro semiautomático, com comprimento de onda específico para cada constituinte no laboratório de bioquímica da Embrapa Caprinos e Ovinos.

Para avaliar o grau de anemia por *Haemonchus contortus*, a mucosa da conjuntiva ocular dos animais foi observada como auxílio do cartão FAMACHA<sup>®</sup>, segundo procedimento descrito por Van Wyket *al.* (1997), comparando-se as diferentes tonalidades da conjuntiva, representados pelos números 1, 2, 3, 4 e 5, que corresponde às cores vermelho robusto, vermelho rosado, rosa, branco e branco pálido, respectivamente.

Ao final do período experimental, os animais foram abatidos e durante a necropsia o abomaso foi amarrado nas extremidades, removido, aberto e seu conteúdo transferido para recipientes graduados. O órgão foi limpo em água corrente com o auxílio de peneiras de 80 e 140 micras, e em seguida seu conteúdo novamente transferido para um novo recipiente e preservados em solução formalina 5% para a contagem dos *Haemonchus* presentes (UENO e GONÇALVES, 1998), que foi realizada inserindo pequenas quantidades do conteúdo preservado em uma placa de Petri, adicionado água e realizando a contagem dos parasitos.

Para determinação da composição bromatológica das dietas, foram coletadas amostras referentes aos alimentos que foram devidamente processadas e suas composições químicas e bromatológicas determinadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Embrapa Caprinos e Ovinos. Foi utilizada a metodologia descrita pela AOAC (1990) para determinação do teor de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) dos alimentos ofertados.

Para a determinação dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi utilizada metodologia de Van Soest, (1991), adaptada por Senger *et al.* (2008). Os teores de carboidratos totais (CHOT) dos alimentos foram calculados conforme descrito por Sniffen *et al.*, (1992):  $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ , para obtenção dos teores de carboidratos não-fibrosos (CNF), que foram estimados pela diferença entre carboidratos totais e FDN. Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos para as diferentes dietas pela equação:  $NDTOBS = PBD + (EED \times 2,25) + FDND + CNFD$ , segundo (SNIFFEN *et al.* 1992), em que PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; e CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis.

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 perfazendo oito tratamentos (quatro relações proteína e NDT *versus* infecção parasitária ou não) e cinco repetições por tratamento. As variáveis foram submetidas aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, a fim de serem verificados os pressupostos da normalidade e homogeneidade, respectivamente. Como a característica OPG apresentou-se altamente instável, seus valores foram transformados pela fórmula:  $OPG = \text{Log}_{10}(X + 1)$ . A variável FAMACHA<sup>®</sup>, foi avaliada pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, procedimento de Conover (SAMPAIO, 2002) a 5% de probabilidade de erro tipo 1, conforme Sampaio (2002). Considerou-se um nível de significância de 5% para todos os testes. O software estatístico utilizado para as análises foi o SAS 9.3: STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS - SAS Institute Inc. 2012. SAS OnlineDoc. 9.3. Cary, NC: SAS Institute Inc.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) das dietas sobre os valores de OPG e a quantidade de *Haemonchus contortus* adultos recuperados na necropsia dos animais (Tabela 4.3). O grupo de animais não infectados de todas as dietas mantiveram-se com OPG negativo durante todo o período experimental. O maior valor do OPG (3213,7) foi encontrado na dieta de RP/NDT 71:597 e os demais tratamentos não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ). Amarante *et al.* (2009) afirmam que ovinos acometidos com helmintoses requerem maiores proporções de proteína na dieta para reabilitação de tecidos

lesados e reforço do sistema imunológico. Como a dieta de RP/NDT 71:597 disponibilizou para os animais apenas os nutrientes necessários para manutenção, não houve melhoria da resposta imunológica dos animais, tornando-os assim, mais susceptível aos efeitos da infecção parasitária.

Tabela 4.3. Valores médios do número de ovos por grama de fezes (OPG) e contagem do número de *Haemonchus contortus* recolhidos após necropsia em cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com *Haemonchus contortus*.

	RP/NDT				CV (%)	P
	71:597	103:641	140:679	186:696		
OPG	3213,7A	1124,4B	1369,4B	1590,0B	14,69	0,047
Nº <i>Haemonchus</i>	1944,6A	877,4B	706,60B	1866A	13,26	0,043

CV= coeficiente de variação. Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Segundo Ueno e Gonçalves, (1998) infecções com parasitos exclusivos do gênero *Haemonchus* sp, com valores de OPG de 100-2500, 2500-8000 e >8000 são classificadas como leve, moderada e pesada, respectivamente. Nessa classificação, apenas os animais alimentados com a dieta de RP/NDT 71:597 apresentaram infecção moderada. Os animais que receberam nutrientes acima dos teores recomendados para manutenção (dietas com RP/NDT 103:641, 140:679 e 186:696), foram resistentes em relação aos animais alimentados com dieta de RP/NDT 71:597 por apresentarem menor quantidade de OPG. Entretanto, ao se observar os dados do número de *Haemonchus contortus* recuperados na necropsia, observa-se que o maior efeito do aporte de nutrientes aos animais, foi o desenvolvimento da resiliência animal.

A quantidade de *Haemonchus contortus* adultos recuperados na necropsia foi maior ( $P < 0,05$ ) nas dietas de RP/NDT 186:696 (1866) e 71:597 (1944) e as demais dietas apresentaram valores semelhantes ( $P < 0,05$ ) entre si. Segundo Ueno e Gonçalves, (1998), o grau de infecção de acordo com o número de *Haemonchus* pode ser classificada como leve (<500), moderada (500 - 1500), pesada (>1500) e fatal (>3000 - 10000). Nessa classificação, ovinos alimentados com as dietas de RP/NDT 140:679 e 103:641 apresentaram infecção moderada e os alimentados com as demais dietas apresentaram infecção pesada.



A resiliência animal, é definida como a capacidade do hospedeiro de apesar da existência da infecção, o nível de produção sofrer poucas perdas (ALBERS *et al.*,1987), assim como pouca variação nos valores hematológicos e bioquímicos. Os animais infectados e alimentados com as dietas de RP/NDT 103:641, 140:679 e 186:696 apresentaram ganhos de peso médio diário de 0,116; 0,195 e 0,261kg/dia respectivamente. Além dos dados de ganho de peso, ao se analisar os dados de Volume globular (VG), proteínas plasmáticas totais (PPT) e Famacha© (Tabela 4), para essas dietas, observa-se que os valores para todos esses parâmetros estão dentro da faixa de normalidade para a espécie ovina, confirmando assim, que os animais foram resilientes.

Os valores hematológicos, bioquímicos e de Famacha© encontram-se na tabela 4.4. Com exceção dos valores de Famacha© e albumina, não houve interação entre dieta e infecção para nenhuma das demais variáveis apresentadas na tabela 4. O VG e PPT foram influenciados pelas dietas e pela condição de infecção ( $P < 0,05$ ). Dietas com RP/NDT de 186:696 e 140:679 apresentaram valores de VG semelhantes entre si e maiores ( $P < 0,05$ ) que a dieta com RP/NDT71:597. Animais não infectados apresentaram maiores valores de VG que os animais infectados. O VG é um parâmetro empregado para analisar as hemácias do sangue e de acordo com Roberto *et al.* (2010), dos valores adquiridos para os elementos que constituem o eritrograma, a análise do VG é a que contém melhor acurácia e é mais simples de ser executada. De acordo com Pugh, (2005) os valores normais de VG para a espécie ovina encontram se na faixa entre 27 – 45, dessa forma, os animais consumindo a dieta de RP/NDT71:597 e os infectados apresentaram valores dentro da normalidade, no entanto, no limite do valor mínimo para que não sejam considerados anêmicos. Os animais alimentados com as dietas de RP/NDT 186:696 e 71:597 apresentaram as maiores quantidades de *Haemonchus* recuperados na necropsia, entretanto, essa maior quantidade na dieta de RP/NDT 186:696 não diminuiu os valores de VG dos animais, como ocorreu na dieta de RP/NDT 71:597, o que reforça o indicativo de resiliência dos animais alimentados com essa dieta (RP/NDT 186:696).

Tabela 4.4. Valores médios de Volume globular (VG), Proteínas plasmáticas totais (PPT), Famacha<sup>®</sup>, uréia, albumina, gama glutamiltransferase (GGT), fosfatase alcalina (FA), aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), bilirrubina total (BT) e bilirrubina direta (BD) em cordeiros alimentados com diferentes RPNDT, artificialmente infectados com *Haemonchus contortus*.

Variáveis	Não infectados				Infectados				Significância			CV (%)
	RP/NDT				RP/NDT				RP/NDT <sup>1</sup>	INFEC <sup>2</sup>	RP/ND TxINF EC <sup>3</sup>	
	71:597	103:641	140:679	186:696	71:597	103:641	140:679	186:696				
VG (%)	30,80	32,00	34,22	34,07	25,20	29,07	30,38	30,76	0,010	0,0002	0,938	14,69
PPT(g/dL)	6,61	6,49	6,63	6,75	6,05	6,40	6,40	6,56	0,092	0,008	0,524	5,41
FAMACHA <sup>®</sup>	1,24	1,02	1,00	1,04	2,16	1,22	1,16	1,04	0,0001	0,0004	0,011	13,79
Ureia (mg/dL)	5,35	5,58	8,49	11,25	6,13	6,18	8,68	9,57	<0,001	0,815	0,158	11,58
Albumina (g/dL)	3,60	3,53	3,50	3,57	2,76	3,47	3,42	3,58	0,0001	0,0004	0,011	14,69
GGT (UI/L)	61,67	64,21	65,49	69,69	62,58	58,90	68,39	71,23	0,037	0,833	0,700	14,31
FA (UI/L)	82,68	133,67	110,39	178,89	66,39	111,30	143,90	167,07	0,0001	0,422	0,476	8,67
AST (UI/L)	180,34	190,29	167,26	181,90	166,43	178,05	173,70	169,15	0,135	0,066	0,297	8,09
ALT (UI/L)	25,98	26,69	26,16	27,30	26,78	24,54	26,77	27,95	0,172	0,063	0,288	5,78
BT (mg/dL)	0,37	0,39	0,37	0,38	0,69	0,37	0,46	0,44	0,328	0,116	0,525	7,56
BD (mg/dL)	0,07	0,07	0,08	0,07	0,17	0,05	0,08	0,11	0,715	0,438	0,400	6,98

1= RP/NDT; 2= infecção; 3 = interação entre RP/NDT e infecção. CV= coeficiente de variação.

Os animais não infectados apresentaram maior valor médio de PPT (6,62) que os animais infectados (6,34). Segundo Kimambo *et al.* (1988), animais infectados aumentam o requerimento de proteína, decorrente do aumento da perda de nitrogênio endógeno dentro do intestino e do menor grau de síntese proteica no músculo, objetivando restabelecer as perdas ocorridas nos tecidos. Dessa forma, há a perda pelo extravasamento das proteínas ou hemácias, podendo ainda haver redução da capacidade de digerir o alimento e absorver nutrientes durante a hemonose, ocasionando a redução da concentração de PPT, justificando assim, os menores valores de PPT encontrado nos animais infectados.

Os valores de PPT encontrados no presente experimento estão dentro dos valores considerados normais para a espécie ovina que é de 6,0 a 7,5 de acordo com Kaneko, Harvey e Bruss (1997).

Os valores médios das concentrações de uréia sanguínea, gama glutamiltransferase (GGT) e fosfatase alcalina (FA) sofreram influência das diferentes dietas ( $P < 0,05$ ), não sendo influenciados pela condição de infecção (Tabela 4,4). As dietas de RP/NDT 140:679 e 186:696 apresentaram concentração de uréia sanguínea superior as demais dietas que foram semelhantes entre si. Segundo Harmeyer e Martens (1980), a concentração de uréia no sangue está diretamente relacionada à quantidade de proteína e à relação proteína:energia da dieta, o que foi observado no presente trabalho. Segundo González e Silva (2006) os valores de uréia considerados normais para a espécie ovina encontram-se na faixa de 8-20 mg/dL. Apenas os animais alimentados com as dietas de RP/NDT140:679 e 186:696 apresentaram concentração de uréia nessa faixa, em função disto, pode-se suspeitar de que essas dietas foram capazes de fornecer um melhor sincronismo entre proteína e energia, resultando em níveis adequados de concentrações de uréia sanguínea.

Animais alimentados com a dieta de 186:696 RP/NDT apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) valores de GGT (70,46) que animais das dietas de RP/NDT71:597 e 103:641. Os animais de todas as dietas apresentaram valores de GGT acima dos valores de referência para a espécie ovina (entre 20 e 52 U/L) segundo Kaneko, Harvey e Bruss (1997). A enzima GGT é utilizada em ovinos como método de diagnóstico de obstruções hepáticas e quando há alguma lesão no fígado ocorre aumento da GGT e da albumina (BATISTA *et al.*, 2009). A dieta de RP/NDT186:696 proporcionou aos animais maior valor de FA (172,98) que todas as demais dietas.

Nas dietas de RP/NDT103:641 e 140:679 os valores foram semelhantes entre si e maiores que na dieta com RP/NDT (71:597). Todos os valores de FA estão dentro dos valores de referência para a espécie ovina (68-387 U/L) conforme Kaneko, Harvey e Bruss (1997).

Não houve efeito de nenhuma das fontes de variação estudadas, para os valores das enzimas aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), bilirrubina total e bilirrubina direta. Os valores dentro da faixa de normalidade para esses parâmetros, indicam que não houve comprometimento da função hepática dos animais alimentados com as diferentes dietas, bem como pela condição de infecção, aspecto importante, considerando que o fígado é notadamente um dos órgãos mais importantes do corpo, sendo ele de vital importância para o bom funcionamento do organismo.

O desdobramento da interação entre dieta e infecção para os valores de FAMACHA<sup>®</sup> encontra-se na tabela 4.5. Os animais infectados alimentados com a dieta de RP/NDT71:597 apresentaram maiores valores de FAMACHA<sup>®</sup> (2,16) que os animais não infectados da mesma dieta (1,24). Entre os animais infectados, os que receberam a dieta de RP/NDT 71:597 apresentaram maior valor que os infectados das demais dietas. Localizado no abomaso, a principal característica do *Haemonchus* que o torna patogênico é o seu hábito hematófago, portanto causador de perdas sanguíneas, provocando a despigmentação da mucosa ocular do animal e anemia. Os resultados da contagem de OPG (3213,7), número de *Haemonchus* (1944,6) e VG (27,90) da dieta com RP/NDT 71:597 indicam que os nutrientes dessa dieta comparada as demais não foram suficientes para atender os requisitos de manutenção do animal e ativar o sistema imunológico de forma a superar os efeitos do parasitismo.

Tabela 4.5. Desdobramento da interação entre dieta e infecção para os valores de FAMACHA<sup>®</sup> em ovinos alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com *Haemonchus contortus*.

	RP/NDT			
	71:597	103:641	140:679	186:696
Não infectados	1,24 Ba	1,02 Aa	1,00 Aa	1,04 Aa
Infectados	2,16 Aa	1,22 Ab	1,16 Ab	1,04 Ab

Médias seguidas por letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Todos os valores de FAMACHA<sup>®</sup> encontrados neste trabalho, estão dentro da faixa onde não é recomendada a vermifugação dos animais (1 e 2), segundo Molento *et al.* (2004a). No entanto, os valores encontrados nos animais infectados da RP/NDT 71:597 é um indicativo de atenção para a melhoria no fornecimento de proteína e energia a esses animais. Vale ressaltar, que no presente experimento os animais encontravam-se confinados, em condições controladas, já animais a campo enfrentam situações adicionais, como nível de contaminação das pastagens por larvas infectantes, taxa de lotação, pasto na maioria das vezes com nutrientes inferiores aos fornecidos pela dieta de RP/NDT 71:597, dentre outros fatores, que podem comprometer ainda mais a resistência/resiliência às infecções e agravar o quadro de infecção parasitária.

O desdobramento da interação entre dietas e condição de infecção para as concentrações de albumina (Tabela 4.6), mostra que os animais infectados da dieta com RP/NDT71:597 apresentaram menor valor de albumina (2,73g/dL) que os animais não infectados (3,60g/dL) alimentados com a mesma dieta.

Tabela 4.6. Desdobramento da interação entre dietas e condição de infecção para os valores de Albumina em cordeiros alimentados com diferentes RP/NDT, infectados com *Haemonchus contortus*.

	RP/NDT			
	71:597	103:641	140:679	186:696
Não infectados	3,60Aa	3,53Aa	3,50Aa	3,57 Aa
Infectados	2,73Bb	3,47Aa	3,42Aa	3,58Aa

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

A albumina funciona como indicador de função hepática e estado nutricional do animal, e além de atuar no transporte de diversos metabólitos, constitui reserva de proteína lábil do animal em estado de carência nutricional. Assim, os resultados indicam que os animais infectados da dieta com RP/NDT 71:597 utilizaram a albumina como fonte proteica, já que quando ocorre sua diminuição na concentração plasmática, a função transporte da albumina é limitada, ficando assim disponível para utilização pelo animal (ECKERSALL, 2008). A diminuição da concentração de albumina nesses animais é consequência da perda de sangue pela presença do *Haemonchus*, associada a falta de nutrientes extras, principalmente proteína nessa dieta. Os valores de albumina para todas as dietas e condição de infecção, estão

dentro dos valores de referência para a espécie ovina (2,6 – 4,2 g/dL) conforme Kaneko, Harvey e Bruss (1997).

#### **4.4 CONCLUSÃO**

Nas condições do presente estudo, nutrientes acima do mínimo recomendado para manutenção mantêm os valores dos parâmetros parasitológicos, hematológicos e bioquímicos normais em ovinos artificialmente infectados, proporcionando resistência e/ou resiliência aos animais. Animais infectados e alimentados com dieta de RP/NDT apresentam maior grau de FAMACHA<sup>®</sup> (2,16) que os não infectados, podendo ser um indicativo de anemia em animais submetidos a essa condição alimentar por longo prazo.

#### 4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, V.A.C.; COSTA, R.L.D.; SOARES FILHO, C.V.; CUNHA, E.A.; PERRI, S.H.V.; BONELLO, F.L. Supplementation with protected fat to manage gastrointestinal nematode infections in Santa Ines sheep. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.34, n.3, p.1227-1238, 2013.

ALBERS, G. A. A.; GRAY, G. D.; PIPER, L. R.; BARKER, J. S. F.; LE JAMBRE, L. ALMEIDA, F.A.; GARCIA, K.C.O.D.; TORGERSON, P.R.; AMARANTE, A.F.T. Multiple resistance to anthelmintics by *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in sheep in Brazil. *Parasitology International*, v.59, n.4, p.622-625, 2010.

AMARANTE, A.F.T.; SUZIN, I.; ROCHA, M.B.; MENDES, C.Q.; PIRES, A.V. Resistance of Santa Ines and crossbred ewes to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. *Veterinary Parasitology*, v.165, n.3, p.273-280, 2009.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC 15 ed. **Official Methods of Analysis**. Virginia, 1990. 1298p.

BATISTA, M.C.; CASTRO, R.S.; REGO, E.W.; CARVALHO, F.A.A.; SILVA, S.M.M.S.; CARVALHO, C.C.D.; RIET-CORREA, F. **Hemograma, proteinograma, ionograma e dosagens bioquímicas e enzimáticas de ovinos acometidos por conidiobolomycose no Nordeste do Brasil**. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.29, p.17-24, 2009.

CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. e CECON, P.R. Estimativas de valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30: p. 1837-1856, 2001.

CHARLIER J, LEVECKE B, DEVLEESSCHAUWER B, VERCRUYSSE J, HOGVEEN H. The economic effects of whole-herd versus selective anthelmintic treatment strategies in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v 95, p. 2977 – 2987, 2012 b.

COOP, R.L.; KYRIAZAKIS, I. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. *Trends in Parasitology*, v.7, n.6, p.325-330, 2001.

ECKERSALL P.D. Proteins, proteomics, and the dysproteinemias, In: Kaneko J.J., Harvey J.W. e Bruss M.L. (Eds), **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th ed. Academic Press, San Diego, p.117- 155, 2008.

GERON, L.J.V.; MEXIA, A.A.; GARCIA, J.; ZEOULA, L.M.; GARCIA, R.R.F.; MOURA, D.C. Desempenho de cordeiros em terminação suplementados com caroço de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e grão de milho moído (*Zeamays* L.). **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.17, n.4, p.34-42, 2012.

GORDON, H.M.; WHITLOCK, H.V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of Council of Science and Industry Research**, Australia, v.12, n.1., p. 50-52, 1939.

HARMEYER, J., MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal Dairy Science**, 63(10):1707-1728, 1980.

HOUDIJK, J.G.M.; KYRIAZAKIS, I.; JACKSON, F.; HUNTLEY, J.F.; COOP, R.L. Effects of protein supply and reproductive status on local and systemic immune responses to *Teladorsagia circumcincta* in sheep. **Veterinary Parasitology**, v.129, n.2, p.105-117, 2005.

KANEKO, J.S., HARVEY, J.W., BRUSS, M.L. **Chemical biochemistry of domestic animals**, 5 edição. Academic Press (San Diego, USA), 890-894, 1997.

KIMAMBO, A. E.; MACRAE, J. C.; DEWEY, P. J. S. The effect of daily challenge with *Trichostrongylus colubriformis* larvae on the nutrition and performance of immunologically-resistant sheep. Amsterdam. **Veterinary Parasitology**, v. 28, p. 205-212, 1988.

KNOX, M., ZAHARI, M.W. Urea–molasses blocks for parasite control. **FAO Animal Production and Health Papers** 141, 23–38, 2000.

MILLER, A. **Meteorology**. 2ª ed. Columbia, Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company, 1971. 154p.

MOLENTO, M.B.; TASCA, C.; GALLO, A.; FERREIRA, M.; BONONI, R.; STECCA, E. Método FAMACHA como parâmetro clínico individual de infecção por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.1139-1145, 2004a.

PUGH, D. G. **Clínica de ovinos e caprinos**. São Paulo: Roca, 2005. 513p.

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B.; SILVA, A. L. N.; JUSTINIANO, S. V.; FREITAS, M. M.S. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v.23, n.1, p.127-132, 2010.

ROBERTS, F. H. S.; O'SULLIVAN, P. J. Methods for egg counts and larval cultures for Strongyles infesting the gastrointestinal tract of cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 1, n. 1, p. 99-102, 1950.

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2. ed., 2002. 265p.



SENGER, C.C.D.; KOZLOSKI, G.V.; SANCHEZ, L.M.B.; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S. Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, p.169-174, 2008.

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**, Madison, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

UENO, H.; GONÇALVES, P. C. Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes. 4. ed. Tokio: **Japan International Cooperation Agency**, 1998. 143p. v. 17, n. 7, p. 1355–1363, 1987.

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

VAN WYK, J. A.; MALAN, F. S.; BATH, G. F. **Rampant anthelmintic resistance in sheep in South Africa – what are the options?** In: WORKSHOP OF MANAGING ANTHELMINTIC RESISTANCE IN ENDOPARASITES, Sun City, South Africa. **Proceedings**. Sun City, p.51-63, 1997.

VERÍSSIMO, C. J.; NICIURA, S. C. M.; ALBERTI, A. L. L.; RODRIGUES, C.F.C.; BARBOSA, C. M. P.; CHIEBAO, D. P.; CARDOSO, D.; SILVA, G. S.; PEREIRA, J. R.; MARGATHO, L. F. F.; COSTA, R. L. D.; NARDON, R. F.; UENO, T. E. H.; CURCI, V. C. L. M.; MOLENTO, M. B. Multidrugandmultispeciesresistance in sheepflocksfrom São Paulo state, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 187, n. 1-2. P. 209-216, 2012.

VIEIRA, L. S. Endoparasitoses gastrintestinais de caprinos e ovinos: Alternativas de controle. **ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS E OVINOS**. SEDAP; SEBRAE; INSA; ARCO, v.11, n. 1, 2006.

VILELA, V. L. R.; FEITOSA, T. F.; LINHARES E. F.; ATHAYDE, A. C. R.; MOLENTO, M. B.; AZEVEDO, S. S. FAMACHA method as an auxiliary strategy control of gastrointestinal helminthiasis of dairy goats under semiarid conditions of Brazil northeastern. **Veterinary Parasitology**, v. 190, p. 281-284, 2012.

WOLF, A. V.; FULLER, J. B.; GOLDMAN, E. J.; MAHONY, T. D. New refractometric methods for determination of total proteins in serum and in urine. **Clinical Chemistry**, v.8, n.158, 1962.

**Capítulo 5. Avaliação econômica de dietas com diferentes relações proteína e nutrientes digestíveis totais em ovinos artificialmente infectados com *Haemonchus contortus***

**RESUMO**

Objetivou-se avaliar viabilidade econômica de dietas formuladas com diferentes proporções de proteína e nutrientes digestíveis totais (NDT) em cordeiros artificialmente com *Haemonchus contortus*. Foram utilizados 40 cordeiros machos, com peso inicial médio de 18 kg e cinco meses de idade alojados em gaiolas metabólicas. Os tratamentos foram constituídos de quatro diferentes relações proteína:NDT (RP/NDT) (71:597; 103:641; 140:679; 186:696), com animais infectados com *Haemonchus contortus*, perfazendo oito tratamentos experimentais e cinco repetições por tratamento. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2. À medida em que se aumentou a proporção de concentrados nas dietas, elevou-se também o custo por kg das dietas. Dos tratamentos experimentais, a dieta com RP/NDT 186:696 gerou a maior receita líquida independente da condição de infecção, mesmo possuindo maior elevação no preço da dieta pela maior proporção de concentrado. A dieta de RP/NDT 71:597 apresentou receita líquida de 8060,83 R\$/ano para animais não infectados e 5054,47 R\$/ano para animais infectados, sendo essa receita, menor que todas as apresentadas pelas demais dietas. Essa mesma dieta proporcionou uma taxa de retorno média de 10,53 % ao ano, muito aquém da taxa de retorno das demais dietas analisadas. O resultado econômico foi positivo para todos os tratamentos experimentais, no entanto o retorno financeiro aumentou, à medida que se elevou a quantidade de proteína e energia nas dietas. Animais infectados e alimentados com RP/NDT 71:597 apresentam baixa receita líquida e taxa de retorno em relação aos não infectados da mesma dieta. Na escolha da dieta devem ser levados em consideração os preços dos ingredientes utilizados para composição das mesmas.

**Palavras – chave:** Lucro, ovinos, parasitismo, rentabilidade

## **Chapter 5. Economic evaluation of diets with different crude protein and total digestible nutrient of lambs experimentally infected with *Haemonchus contortus***

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the economic viability of diets formulated with different proportions of protein and total digestible nutrients (NTD) in lambs artificially with *Haemonchus contortus*. We used 40 male lambs, with average initial weight of 18 kg and five months of age housed in metabolic cages. The treatments consisted of four different protein: NTD (RP / NDT) ratios (71: 597; 103: 641; 140: 679; 186: 696) with *Haemonchus contortus* infected animals, comprising eight experimental treatments and five replicates per treatment. The design was completely randomized in a 4x2 factorial scheme. As the proportion of concentrates in the diets was increased, the cost per kg of the diets was also increased. From the experimental treatments, the RP / NDT 186: 696 diet generated the highest net revenue regardless of the infection condition, even though it had a higher increase in the price of the diet due to the higher proportion of concentrate. The RP / NDT diet 71: 597 presented net income of 8060.83 R \$ / year for uninfected animals and 5054.47 R \$ / year for infected animals, being this income, lower than all the other diets. This same diet provided an average rate of return of 10.53% per annum, well below the rate of return of the other diets analyzed. The economic result was positive for all experimental treatments, however the financial return increased, as the amount of protein and energy in the diets increased. Animals infected and fed with RP / NDT 71: 597 present low net income and rate of return compared to uninfected ones of the same diet. In choosing, the diet should be taken into consideration the prices of the ingredients used to make them.

**Key words:** parasitism, profit, profitability, sheep.

## 5.1 INTRODUÇÃO

A necessidade de aumentar a eficiência dos sistemas de produção de alimentos tem se intensificado com o crescimento da população mundial. A indústria ovina está presente em diversos países do mundo, sendo possível destacar sua importância social como fonte de renda para os pequenos produtores, especialmente nas áreas de baixo desenvolvimento (ROGÉRIO, et al, 2013).

Segundo Carvalho, et al. (2005), os ovinos desempenham um papel produtivo importante em várias partes do mundo, transformando plantas forrageiras em proteína alimentar de elevado valor biológico, contribuindo para combater a fome e assumindo um papel de extrema relevância frente ao crescimento das populações. Entretanto, problemas como a verminose, o baixo potencial genético dos rebanhos, associado à escassez de pastos na estação seca e as práticas de manejo inadequadas concorrem para os baixos índices de produtividade e de rentabilidade da ovinocultura.

Alguns estudos mostram que a nutrição correta dos animais pode aumentar a resistência aos parasitos, reduzindo assim as perdas produtivas e taxas de mortalidade dos rebanhos causado pelo parasitismo e de acordo com Khan *et al.* (2012), quando se aumenta os níveis de proteína na dieta, os ovinos passam a apresentar maior resistência às parasitoses através do aumento da ativação do sistema imunológico do animal, dificultando o rápido estabelecimento dos parasitos.

O desempenho dos animais e as características da carcaça são frequentemente estudados em sistemas de terminação de cordeiros. Entretanto, a análise econômica não é realizada com a mesma frequência, apesar de ser importante e permitir o conhecimento detalhado dos custos de produção, auxiliando na melhoria da lucratividade da atividade (BARROS, et al. 2015).

Objetivou-se avaliar as respostas econômicas de dietas de diferentes proporções de proteína e nutrientes digestíveis totais, em cordeiros artificialmente com *Haemonchus contortus*.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos e protocolos utilizados neste experimento, foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Embrapa Caprinos e Ovinos (CEUA) protocolo de número 17/2015. O experimento foi realizado no Laboratório de Respirometria do Semiárido (LARESA) da Embrapa Caprinos e Ovinos, localizado em Sobral-CE, a 70 m de altitude, a 3° 41'S e 40° 20'W. O clima da região é do tipo BShw', segundo a classificação de Köppen, com estação chuvosa compreendida entre os meses de janeiro e maio e a estação seca entre os meses de junho a dezembro (MILLER, 1971), com temperatura média de 26,20° C. O experimento ocorreu no período de 30 de março à 30 de junho de 2016.

Foram utilizados 40 cordeiros machos sem padrão racial definido (SPRD), não castrados, com  $5 \pm 2$  meses de idade e peso vivo médio  $18 \pm 1,2$  Kg. Os tratamentos consistiram em um fatorial 4 x 2 (quatro dietas formuladas com diferentes proporções de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais, tendo sido metade dos animais infectados com *Haemonchus contortus* e a outra metade, não infectada), perfazendo oito tratamentos experimentais, com cinco repetições por tratamento. As dietas foram constituídas por alimentos padrões (Tabela 5.1), Feno de Tifton 85 (de partidas diferentes com diferentes composições bromatológicas), milho, farelo de soja, óleo vegetal e calcário, com teores de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) conhecidos nas seguintes relações: Dieta 1; PB= 71 e NDT=597 = Dieta 2; PB= 103 e NDT= 640; Dieta 3; PB= 140 e NDT= 679; Dieta 4; PB= 186e NDT=696 (Tabela 5.2).

Os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: Tratamento (T) 1= Dieta 1, animais não infectados; T2= Dieta 1, animais infectados; T3= Dieta 2, animais não infectados; T4= Dieta 2, animais infectados; T5= Dieta 3, animais não infectados; T6= Dieta 3, animais infectados; T7= Dieta 4, animais não infectados; T8= Dieta 4, animais infectados.

A alimentação foi fornecida *ad libitum*, duas vezes ao dia, as 08:00 e as 16:00 horas com ajuste da quantidade de sobras para 10 a 20% do total fornecido diariamente e pesava-se cada ingrediente individualmente a cada dia. Todos os animais recebiam sal mineral à vontade.

Tabela 5.1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

Itens	Ingredientes				
	Feno de Tifton 85 <sup>1</sup>	Feno de Tifton 85 <sup>2</sup>	Farelo de soja	Milho	Óleo Vegetal
Matéria seca, g.kg <sup>-1</sup> MN <sup>3</sup>	834,8	838,7	838,0	843,0	999,13
Matéria Mineral, g.kg <sup>-1</sup> MS	67,0	67,0	60,10	086	0,00
Proteína bruta, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>4</sup>	80	71	470	84	0,00
FDN, g.kg <sup>-1</sup> MS	761,8	772,9	162,8	146	0,00
FDA, g.kg <sup>-1</sup> MS	451,9	409,6	105,6	28,5	0,00
Lignina, g.kg <sup>-1</sup> MS	60,20	41,40	19,81	096	0,00
Hemicelulose g.kg <sup>-1</sup> MS	309,9	363,3	57,2	117,5	0,00
CHOT, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>5</sup>	834,4	847,3	411,1	870,1	0,00
CNF, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>5</sup>	390,7	393,0	274,6	734,9	0,00
EE, g.kg <sup>-1</sup> MS	17,0	13,5	18,0	32,1	1000,00
NDT*	579,24	597,22	726,42	759,19	184,00

1= feno com 80 g.kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta; 2=feno com 71 g.kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta; 3= Matéria natural. 4= Matéria seca. FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; FDA= fibra insolúvel em detergente ácido; CHOT= carboidratos totais; CNF= carboidratos não fibrosos; EE= extrato etéreo. 5=calculado conforme metodologia de Sniffen *et al.* (1992). \*Estimado conforme Capelle *et al.* (2001). \*\*Tabelado.

Tabela 5.2. Composição bromatológica das dietas experimentais.

Itens	Dietas			
	71:597	103:641	140:679	186:696
	Composição bromatológica			
MS, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>3</sup>	838,70	835,73	836,21	828,92
MM, g.kg <sup>-1</sup> MS	67,00	72,10	73,89	72,12
PB, g.kg <sup>-1</sup> MS <sup>4</sup>	71,00	102,55	140,36	185,50
FDN, g.kg <sup>-1</sup> MS	772,90	545,37	405,18	339,28
FDA, g.kg <sup>-1</sup> MS	409,60	306,85	216,82	179,88
Lignina, g.kg <sup>-1</sup> MS	41,41	68,42	69,25	63,28
Hemicelulose g.kg <sup>-1</sup> MS	363,30	238,52	188,36	159,40
CHOT, g.kg <sup>-1</sup> MS	848,50	803,90	769,00	712,00
CNF, g.kg <sup>-1</sup> MS	75,60	258,53	363,82	372,72
EE, g.kg <sup>-1</sup> MS	13,50	21,48	23,57	31,35
NIDN (%NT)	3,97	3,26	2,96	2,14
NIDA (%NT)	3,53	2,77	3,21	2,95

1= feno com 80 g.kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta; 2=feno com 71 g.kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta; 3= Matéria natural. 4= Matéria seca. FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; FDA= fibra insolúvel em detergente ácido; CHOT= carboidratos totais; CNF= carboidratos não fibrosos; EE= extrato etéreo; NDT= nutrientes digestíveis totais. \* Estimado conforme Capelle *et al.* (2001).

Para o grupo de animais infectados, cada animal recebia aproximadamente 2000 larvas (L3) de *Haemonchus contortus* por semana, sendo as infecções artificiais realizadas por via oral com auxílio de pistola semiautomática. A duração do experimento foi definida pelo tempo necessário para que todos os animais recebessem nove infecções (nove semanas), acrescido de um período de 21 dias após a última infecção, ocasião em que os animais foram abatidos.

As amostras referentes aos alimentos, fezes e sobras foram devidamente processadas e suas composições químicas e bromatológicas foram determinadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Embrapa Caprinos e Ovinos. Foi utilizada a metodologia descrita pela AOAC (1990) para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) dos alimentos ofertados, sobras e fezes.

Para a determinação dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi utilizada metodologia de Van Soest (1991), modificada por Senger *et al.* (2008). Os teores de carboidratos totais (CHOT) foram calculados conforme descrito por Sniffen *et al.*, (1992):  $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ , para obtenção dos teores de carboidratos não-fibrosos (CNF), que foram estimados pela diferença entre carboidratos totais e FDN. Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos para as diferentes dietas pela equação:  $NDTOBS = PBD + (EED \times 2,25) + CHOTD$ , segundo (SNIFFEN *et al.* 1992), em que PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; e CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis. As estimativas de NDT para as formulações dietéticas foram calculadas segundo Cappelle *et al.* (2001).

Para se efetuar a análise econômica da alimentação oferecida no experimento, foram considerados os preços de mercado obtidos para os ingredientes das rações, para a carcaça e o peso vivo de cordeiros. De posse do custo de cada ração e do consumo de matéria seca das mesmas, foi calculado o resultado econômico proporcionado por ração. O resultado obtido foi extrapolado para um módulo de 150 cordeiros e avaliada financeiramente de acordo com as

variáveis descritas abaixo. Essa extrapolação foi feita para que a análise econômico-financeira da atividade pudesse ser feita com base científica e considerando economias de escala.

Os custos de implantação da infraestrutura foram calculados com base em uma área total de 100 m<sup>2</sup> (Tabela 5.3).

Tabela 5.3. Estimativa de investimento para implantação de infraestrutura.

Total de investimentos	Quantidade	R\$ Unitário	R\$ Total	Vida útil (anos)	Depreciação (R\$)
Galpão confinamento	1	12.000	12000	15	642,00
Balança manual	1	4000	4000	12	250,00

O custo operacional total (TOC) foi calculado de acordo com Silva et al. (2006), que afirma que o custo operacional efetivo  $TOC = \text{custo operacional efetivo (EOC)} + E$ , onde EOC = custo operacional efetivo (R\$) e E = outros custos operacionais. O COE para os tratamentos experimentais considerou gastos com medicamentos (incluindo anti-helmínticos e vacinas contra clostridiose), eletricidade, alimentos (incluindo sal mineral) e manutenção de equipamentos. Todos os preços foram obtidos no mercado local (Sobral, Ceará, Brasil) entre janeiro e junho de 2016 (Tabela 5.4).

As despesas com mão-de-obra durante o experimento foram baseadas no salário mínimo brasileiro em 2016, que corresponde a R\$ 937,00 por mês, mais direitos legais. Os indicadores financeiros foram coletados com base nos períodos de confinamento, onde cada período é representado por 90 dias de confinamento, mais 11 dias para limpar instalações e compra de animais. Os indicadores de viabilidade financeira foram: Custo total, receita principal do produto (peso final dos animais x preço de venda), ponto de nivelamento e taxa de retorno (NOGUEIRA 2001; FREZATTI 2007).

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 (quatro relações proteína e NDT e duas condições de infecção), com 5 repetições por tratamento.

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO



Observa-se que à medida em que se aumenta a proporção de concentrados nas dietas, eleva-se também o custo por kg da dieta (Tabela 5.4). Vale ressaltar que em um sistema de confinamento as dietas são adensadas em nutrientes a fim de proporcionar rápido ganho em peso (RIBEIRO et al., 2009). Isso implica em elevação do nível de concentrado ou formulações ricas em ingredientes de elevado valor nutritivo. Dessa forma, é comum que o custo relativo ao concentrado seja maior que ao volumoso em dietas para cordeiros confinados.

Tabela 5.4. Composição centesimal da matéria seca (porcentagem), quantidade total de matéria seca fornecida por grupo experimental em quilogramas (quantidade de quilos), custo do ingrediente por quilograma (R\$ por quilograma) e custo total (R\$) de acordo com as dietas experimentais considerando um módulo de 150 animais.

	Composição centesimal (%)	R\$/kg	Quantidade e (kg)	Total R\$/ano	Quantidade e (kg)	Total R\$/ano
			RP/NDT 71:597		RP/NDT 71:597	
			Não infectados		Infectados	
Feno	100	1,09	16659,00	18158,31	12096,00	13184,64
			RP/NDT 103:641 Não infectados		RP/NDT 103:641 Infectados	
Feno	64,75	1,09	13635,00	14862,15	14013,00	15274,17
Farelo soja	5,52	1,40	1161,00	1625,40	1188,00	1663,20
Milho	29,53	0,60	6210,00	3726,00	6393,60	3836,16
Calcário	0,20	0,50	42,12	21,06	43,20	21,60
			RP/NDT 140:679		RP/NDT 140:679	
			Não infectados		Infectados	
Feno	41,75	1,09	11448,00	12478,32	9666,00	10535,94
Farelo soja	15,10	1,40	4131,00	5783,40	3510,08	4914,11
Milho	42,84	0,60	11745,02	7047,01	9936,01	5961,60
Calcário	0,31	0,50	83,70	41,85	71,82	35,91
			RP/NDT 186:696		RP/NDT 186:696	
			Não infectados		Infectados	
Feno	30,94	1,09	8154,00	8887,86	7884,00	8593,56
Farelo soja	26,88	1,40	7074,03	9903,64	6858,00	9601,20
Milho	40,97	0,60	10800,00	6480,00	10449,25	6269,55
Óleo vegetal	0,81	4,89	116,10	567,73	113,40	554,526
Calcário	0,44	0,50	216,00	108,00	207,90	103,95

Deve-se considerar também, que o aumento no consumo de concentrado provoca redução do tempo necessário para terminação de animais confinados e pode incrementar a rentabilidade do sistema, sobretudo pela possibilidade de terminação de um maior número de animais (PACHECO et al., 2006). A diminuição

do consumo de matéria seca ocasionado pela infecção por *Haemonchus contortus* resultou em um menor quantitativo de alimento ao ano e conseqüentemente menor custo com alimentação comparando aos animais não infectados.

Dos tratamentos experimentais, a dieta com RP/NDT 186:696 gerou a maior receita líquida (Tabela 5.5) independente da condição de infecção, mesmo possuindo maior elevação no preço da dieta pela maior proporção de concentrado. Essa maior receita, reflete de animais com maior ganho de peso e conseqüentemente maior peso de abate em relação as demais dietas.

Observa-se que as diferentes dietas independentes de infecção ou não, proporcionaram renda líquida positiva. Entretanto, a dieta de RP/NDT 71:597 apresentou receita líquida de 8060,83 R\$/ano para animais não infectados e 5054,47 R\$/ano para animais infectados, sendo essa receita, menor que todas as apresentadas pelas demais dietas. Pode-se observar, que mesmo os animais infectados alimentados com essa dieta apresentarem menor consumo e menor gasto com alimentação, o desempenho do animal é comprometido e o lucro com a venda desses animais é reduzida. Caso o produtor insista em utilizar a dieta com baixa quantidade de proteína e energia aos animais (RP/NDT 71:597) obterá uma taxa de retorno média de 10,53 % ao ano, taxa muito aquém da taxa de retorno das demais dietas analisadas.

A taxa de retorno das demais dietas testadas (RP/NDT: 103:641, 140:679 e 186:696) reafirma a importância da nutrição no combate ao parasitismo, indicando que animais que recebem nutrientes necessários para manutenção e ganho de peso, proporcionam maior rentabilidade ao produtor mesmo quando acometidos por *Haemonchus*, corroborando com Amarante et al. (2004), que afirma que os parasitos nematódeos são os maiores responsáveis pelas perdas econômica na ovinocultura, devido a sua alta prevalência e elevada patogenicidade e possivelmente são a principal causa de ineficiência na produção de ovinos.

Tabela 5.5. Indicadores de viabilidade econômica para as dietas experimentais por ano, considerando um módulo de 150 animais.

	Custo total (R\$/ano)	Receita do produto principal	Receita líquida (R\$/ano)	Ponto de Nivelamento	Taxa de retorno (%)
RP/NDT 71:597					
Não infectados	38475,27	46536,00	8060,83	5126,78	11,49
Infectados	33501,54	38556,01	5054,47	5852,13	9,56
RP/NDT 103:641					
Não infectados	40551,51	61320,00	20768,49	6973,31	44,75
Infectados	41112,03	61992,00	20879,97	6981,19	44,98
RP/NDT 140:679					
Não infectados	45667,48	77280,02	31612,54	7265,87	67,82
Infectados	41764,46	73920,00	32155,54	7228,59	68,37
RP/NDT 186:696					
Não infectados	46264,13	88116,00	41851,87	7347,55	89,54
Infectados	45439,69	87108,03	41668,34	7361,20	88,98

## 5.4 CONCLUSÃO

O resultado econômico foi positivo para todos os tratamentos experimentais, no entanto o retorno financeiro aumentou, à medida que se elevou a quantidade de proteína e energia nas dietas. Animais infectados e alimentados com RP/NDT 71:597 apresentam baixa receita líquida e taxa de retorno em relação aos não infectados da mesma dieta. Na escolha da dieta devem ser levados em consideração os preços dos ingredientes utilizados para composição das mesmas.

#### 5.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARANTE, A.F.T.; BRICARELLO, P.A.; ROCHA, R.A.; GENNARI, S.M. Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France sheep to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. **Veterinary Parasitology**, v. 120, n. 1- 2, p. 91-106, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTES. **Official methods of analysis**.15. ed. Arlington: AOAC, 1990. 1117p.

BARROS, M. C. C.; MARQUES, J. A.; SILVA, R.R.; SILVA, F. F.; COSTA, L. T.; GUIMARÃES, G. S.; SILVA, L. L.; GUIMARÃES, J. J. N. Viabilidade econômica do uso da glicerina bruta em dietas para cordeiros terminados em confinamento. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 443-452, 2015.

CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. e CECON, P.R. Estimativas de valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30: p, 1837-1856, 2001.

CARVALHO, S.; PIVATO, J.; VERGUEIRO, A. KIELING, R.; TEIXEIRA R. C. Desempenho e características quantitativas da carcaça de cordeiros da raça Suffolk, castrados e não castrados, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Agrocência**, Pelotas, v.11, n.1, p.79-84, 2005.

FREZATTI, F. **Business budget—planning and management control**, (4th edition. Atlas, São Paulo, Brazil), 2007.

KHAN, F. A., SAHOO, A., SONAWANE, G. G., KARIM, S. A., DHAKAD, S., PAREEK, A. K., TRIPATHI, B. N. Effect of dietary protein on responses of lambs to repeated *Haemonchus contortus* infection. **Livestock Science**. v.150, p.143–151, 2012.

MILLER, A. **Meteorology**. 2ª ed. Columbia, Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company, 1971. 154p.

NOGUEIRA, E. **Investment analysis**. In: Batalha, M.O. Agribusiness management (3rd edition). Atlas: São Paulo, Brazil, 2001.

PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; NUNES, V. et al. avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.309-320, 2006.

RIBEIRO, T. M. D.; MONTEIRO, A. L. G.; PRADO, O. R.; NATEL, A. S.; SALGADO, J. A.; PIAZZETTA, H. von L.; FERNANDES, S. R. Desempenho animal e características das carcaças de cordeiros em quatro sistemas de produção. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.2, p.366-378, 2009.

ROGÉRIO, M. C. P.; CASTRO, E. M.; MARTINS, E. C.; MONTEIRO, J. P.; SILVA, K.

M.; CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, T. C. L. G.; BLOC, A. F. R.; VASCONCELOS, A. M.; LEITE, E. R.; COSTA, H. H. A. Economical and financial analysis of lamb finishing fed with diets formulated according to the NRC (1985) and the NRC (2007). **Tropical Animal Health Production**, v. 45, p. 259–266, 2013.

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: Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562- 3577, 1992.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarchpolyssacharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

## 6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo possibilitam inferir que a nutrição é altamente eficiente em minimizar os efeitos negativos decorrentes do parasitismo por *Haemonchus contortus* em ovinos. As diferentes dietas testadas possuem diferentes custos e tais informações podem subsidiar produtores na escolha das dietas e planos nutricionais (manejo) adequados de acordo com a sua realidade e, assim, viabilizando, a produção de carne ovina no Brasil.