

CARLOS SYLLAS MONTEIRO LUZ

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS DE BOVINOS
INFECTADOS COM OOCISTOS DE *Cryptosporidium* SPP. EM PERÍODO SECO E
CHUVOSO**

TERESINA

2019

CARLOS SYLLAS MONTEIRO LUZ

PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS DE BOVINOS INFECTADOS
COM OOCISTOS DE *Cryptosporidium* SPP. EM PERÍODO SECO E CHUVOSO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal, na área de Produção Animal, como
requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência
Animal.

Orientador: Prof. Dr. Severino Cavalcante de Sousa Júnior

Coorientador: Dr. Geraldo Magela Côrtes Carvalho

TERESINA

2019

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Serviço de Processamento Técnico

L979i Luz, Carlos Syllas Monteiro.
Parâmetros fisiológicos e comportamentais de bovinos infectados
com oocistos de *Cryptosporidium* spp. em período seco e chuvoso /
Carlos Syllas Monteiro Luz - 2019.
73 f.: il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de
Pós-Graduação em Ciência Animal, Teresina, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Severino Cavalcante de Sousa Júnior

1. Protozoário 2. *Cryptosporidium* spp. 3. OPG 4. Cruzamentos
5. Ganho de peso I. Título

CDD 593.1

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS DE BOVINOS
INFECTADOS COM OOCISTOS DE *Cryptosporidium* SPP. EM PERÍODO SECO E
CHUVOSO**

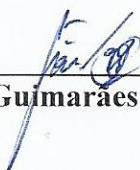
CARLOS SYLLAS MONTEIRO LUZ

Tese aprovada em 18 de junho de 2019

Branca Examinadora:



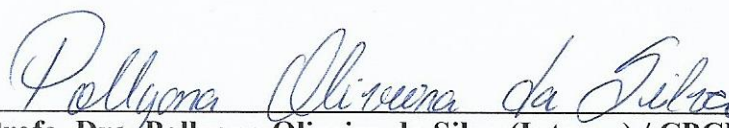
Prof. Dr. Severino Cavalcante de Sousa Junior (Presidente) / CMRV/UFPI



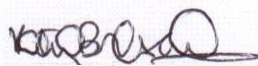
Prof. Dr. José Elivalto Guimarães Campelo (Interno) / DZO/CCA/UFPI



Profa. Dra. Karina Rodrigues dos Santos (Interna) / CMRV/UFPI



Profa. Dra. Pollyana Oliveira da Silva (Interna) / CPCE/UFPI



Profa. Dra. Katia Denise Saraiva Bresciani (Externa) / UNESP



Pesq. Dra. Tânia Maria Leal / EMBRAPA

TERESINA

2019

Com muito amor e carinho, à Deus o autor da sabedora perfeita e eterna, à Nossa Senhora, aos meus pais, Carlos José da Luz e Maria Dalva Monteiro, pelo amor, apoio, incentivo e inúmeras renúncias em prol do meu desenvolvimento intelectual.

As minhas irmãs Sâmmara Deianne e Dandara Suende, pelo amor, amizade e carinho.

A minha namorada Wangra Maria pelo amor, carinho, companheirismo e força em todos os momentos.

Dedico!

“Pois se for da vontade do Senhor que é grande, Ele o cumulará do Espírito de inteligência. Então Ele espargirá como uma chuva palavras de sabedoria, e louvará o Senhor em sua oração.”

(Eclesiástico 39, 8-9)

“Eu o enchi do Espírito divino para lhe dar sabedoria, inteligência e habilidade para toda sorte de obras.”

(Êxodo 35, 31)

AGRADECIMENTOS

À *Deus*, pelo amor infinito, me concedendo o dom da vida e a força para prosseguir decididamente em buscar das minhas realizações pessoais e profissionais;

À *Nossa Senhora*, pela intercessão, amor e providências em cada passo desta conquista;

A *Universidade Federal do Piauí* pela oportunidade de realização deste trabalho com etapa de aperfeiçoamento profissional;

À *CAPES*, pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de estudos;

Ao Prof. Dr. *Severino Cavalcante de Sousa Júnior* pela orientação e paciência que me acolheu;

Ao Pesquisador Dr. *Geraldo Magela Côrtes Carvalho* pela Coorientação e auxílio em todas atividades de coleta de dados;

Prof^a. Dra. *Karina Rodrigues dos Santos* por se dedicar na qualidade de Coorientadora (extraoficial) sanando todas as dúvidas, sendo a Médica Veterinária e Parasitologista do projeto com contribuições de altíssima importância na compilação deste trabalho;

Ao *Programa de Pós-graduação em Ciência Animal – PPGCA*, com todos os Professores, em especial o Prof. Dr. José Elivalto Guimarães Campelo, por todo seu empenho em atender a todos os que buscam seu auxílio, e que muito contribuiu no meu crescimento profissional;

À *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA MEIO-NORTE*, pelo estágio concedido, disponibilização dos animais e custeio de viagens para realização da coleta e análise de amostras no Laboratório de Parasitologia com o auxílio do técnico Ozires Barbosa de Sousa na realização das análises parasitológicas;

À *Fazenda Agropecuária Santa Luzia*, unidade de referência tecnológica em sistema de integração lavoura pecuária e floresta – ILPF, pela parceria na realização deste trabalho;

Aos amigos e companheirismo que fazem parte de toda a realização deste sonho, estimado Dr. Marcelo Richelly Alves de Oliveira, Aline da Silva Gomes, Willame Rodrigues do Nascimento Sousa, Wéverton José Lima Fonseca e Geandro Carvalho, que a amizade possa se perpetuar por toda a vida;

Enfim, *a todos* que direto ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xiii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 Criptosporidiose em bovinos	19
2.1.1 Epidemiologia.....	19
2.1.2 Etiologia.....	19
2.1.3 Ciclo de vida.....	20
2.1.4 Patogenia.....	21
2.1.5 Diagnóstico e tratamento.....	21
2.1.6 Controle e profilaxia.....	22
2.2 Nematodíases em bovinos	22
2.2.1 Epidemiologia.....	22
2.2.2 Etiologia.....	22
2.2.3 Ciclo de vida.....	23
2.2.4 Patogenia.....	24
2.2.5 Diagnóstico e tratamento.....	24
2.2.6 Controle e profilaxia.....	24
2.3 Bovinocultura de corte no Brasil	25
2.4 Curraleiro Pé-duro	27
2.5 Adaptabilidade climática de bovinos	28
2.5.1 Parâmetros ambientais de conforto térmico.....	29

2.5.2 Características termorreguladores em bovinos	30
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
4. CAPÍTULO I.....	42
Ocorrência de <i>Cryptosporidium</i> spp. e nematódeos gastrintestinais em cinco grupos genéticos de bovinos de corte no Cerrado Maranhense	43
Resumo	43
Abstract.....	43
Introdução.....	44
Material e métodos.....	45
Aspectos éticos, área de estudo e delineamento experimental.....	45
Coleta de sangue, fezes e análise parasitológica	46
Análise morfológica dos oocistos <i>Cryptosporidium</i> spp.	46
Análise estatística.....	46
Resultados e discussões	46
Conclusão.....	52
Referências	52
5. CAPÍTULO II.....	58
<i>Cryptosporidium</i> spp. e adaptabilidade climática de cinco grupos genéticos de bovinos de corte em período seco e chuvoso no cerrado Maranhense	59
Resumo	59
Abstract.....	60
Introdução.....	60
Material e métodos.....	61
Aspectos éticos, área de estudo e delineamento experimental.....	61
Coleta de fezes e análise parasitológica	62
Parâmetros fisiológicos e variáveis ambientais.....	62

Análise estatística	63
Resultados e discussões	63
Conclusão	68
Referências	68
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	73

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1 – Estrutura do ciclo de vida do *Cryptosporidium parvum*. No lúmen do intestino ocorre a lise celular do oocisto (a), para liberação dos esporozoítos (b) que penetram nas criptas da mucosa intestinal (c) dentro dos vacúolos parasitóforos nas microvilosidades do epitélio. Trofozoítos são submetidos a divisão assexuada (merogonia) (d e e) para formar merozoítos. Após serem liberados dos merontes do tipo I, os merozoítos entram nas células hospedeiras adjacentes para formar merontes do tipo I novamente ou para formar merontes do tipo II (f). Os merontes do tipo II não reciclam, mas inserem as células hospedeiras para formar os estádios sexuais, microgametas (g) e macrogametas (h). A maioria dos zigotos (i) formados após a fecundação, desenvolvem em oocistos de paredes espessas (j) resistentes ao meio ambiente que sofrem esporogonia para formar oocistos esporulados (k) contendo quatro esporozoítos e os de paredes finas esporulados (l) para autoinfecção (CURRENT e GARCIA, 1991; BOUZID et al., 2013).....20

Figura 2 - Esquema do ciclo evolutivo de *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus*. A. Nematódeos adultos no estômago; B. Ovos; C. Ovo blastômero no solo; D. L1 dentro do ovo; E. L1 no ambiente; F. L2; G. L3; H. Infecção por via oral; I. Larva em migração; J. Larva no tecido (QUIROZ, 2002).....23

CAPÍTULO I

Figura 1 - Análise morfológica dos oocistos de *Cryptosporidium* spp. por meio da técnica de Ritchie e Ziehl-Neelsen em diferentes grupos genéticos de bovinos de corte.....48

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1 – Valores referência de parâmetros ambientais para bovinos de corte.....	29
Tabela 2 – Valores referência para características termorreguladores de bovinos de corte.....	30

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Grupos genéticos de bovinos, número de amostras contendo oocistos de <i>Cryptosporidium</i> spp. com relação ao ganho e peso (GP) dos animais criados no município de São Raimundo das Mangabeiras – Maranhão.....	47
Tabela 2 - Grupos genéticos de bovinos, porcentagem de amostras com presença e ausência de oocistos de <i>Cryptosporidium</i> spp. e a relação com a consistência das fezes (normal, pastosa e diarreica) dos animais, pertencentes ao município de São Raimundo das Mangabeiras – Maranhão.....	49
Tabela 3 - Grupos genéticos de bovinos, número de amostras contendo ovos de nematódeos gastrintestinais e relação com volume globular dos animais criados no município de São Raimundo das Mangabeiras – Maranhão.....	50
Tabela 4 - Grupos genéticos de bovinos e os gêneros de nematódeos gastrintestinais dos animais criados no município de São Raimundo das Mangabeiras – Maranhão.....	51

CAPÍTULO II

Tabela 1. Presença e ausência de animais parasitados por <i>Cryptosporidium</i> spp. nos diferentes grupos genéticos de bovinos de corte e a relação deste parasito com os parâmetros fisiológicos no cerrado Maranhense.....	63
Tabela 2. Grupos genéticos de bovinos e número de amostras contendo oocistos de <i>Cryptosporidium</i> spp. em relação aos meses de setembro e dezembro de 2016 e fevereiro e maio de 2017 no cerrado Maranhense.....	64
Tabela 3. Médias das variáveis ambientais mensuradas nos meses de setembro e dezembro de 2016 (período seco) e fevereiro e maio de 2017 (período chuvoso), no cerrado Maranhense.....	65
Tabela 4. Grupos genéticos de bovinos de corte e parâmetros fisiológicos em período seco e chuvoso no cerrado Maranhense.....	66

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AW	Clima tropical úmido e seco
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CEUA	Comissão de ética no uso de animais
CPD	Curraleiro Pé-duro
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético
ELISA	Ensaio de imun absorção enzimática
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
F1	½ Nelore x ½ Curraleiro Pé-duro
F1	½ Nelore x ½ Angus
F2	¼ Curraleiro Pé-duro x ¼ Nelore x ½ Senepol
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
GP	Ganho e peso
ILPF	Integração lavoura pecuária e floresta
ITGU	Índice de temperatura globo e umidade
L1	Larva de nematódeo estágio 1
L2	Larva de nematódeo estágio 2
L3	Larva de nematódeo estágio 3
L4	Larva de nematódeo estágio 4
L5	Larva de nematódeo estágio 5
OPG	Ovos por grama de fezes
PCR	Reação em cadeia da polimerase
PGCA	Pós-Graduação em Ciência Animal
pH	Potencial Hidrogeniônico
Proc GLM	Procedimento para Modelo Linear Geral
Proc Npar1way	Procedimento para testes não paramétricos

SAS	Sistema de Análise Estatística
spp.	Espécie
SPRD	Sem padrão racial definido
TA	Temperatura do ar
TGN	Temperatura de globo negro
TPO	Temperatura do ponto de orvalho
TR	Temperatura retal
UA	Umidade do ar
VG	Volume globular
χ^2	Teste Qui-quadrado

LUZ, C. S. M. **Parâmetros fisiológicos e comportamentais de bovinos infectados com oocistos de *Cryptosporidium* spp. em período seco e chuvoso.** 2019. 73 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.

RESUMO

Neste estudo, o objetivo foi investigar a ocorrência por oocistos de *Cryptosporidium* spp. e nematódeos gastrintestinais quanto ao ganho de peso e parâmetros fisiológicos em período seco e chuvoso em grupos genéticos de bovinos de corte. Assim, foram utilizados 51 bovinos machos de 12 a 24 meses dos seguintes grupos genéticos: Curraleiro Pé-duro (CPD), Nelore, F1 ($\frac{1}{2}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ Curraleiro Pé-duro), F1 ($\frac{1}{2}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ Angus) e F2 ($\frac{1}{4}$ Curraleiro Pé-duro x $\frac{1}{4}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ Senepol). Para identificação dos oocistos de *Cryptosporidium* spp. foram adotadas as técnicas de Ritchie e Ziehl-Neelsen e morfologia dos oocistos. Foram coletados os parâmetros: contagem de ovos por grama de fezes (OPG), coprocultura, volume globular (VG), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e a temperatura retal (TR). Foi determinado o ganho de peso (GP). Paralelamente foram coletadas as variáveis climáticas e calculado o índice de temperatura globo e umidade (ITGU). Dos 51 bovinos 23 (40,10%) estavam parasitados por protozoários do gênero *Cryptosporidium* spp., mas não foi observado variação ($p>0,05$) no peso e nos parâmetros fisiológicos dos animais parasitado e não parasitados. Dos animais estudados, 38 (74,51%) estavam liberando ovos de nematódeos nas fezes, sendo o *Haemonchus* spp. (86,42%), *Trichostrongylus* spp. (8,82%) e *Oesophagostomum* spp. (4,76%). O VG de todos os grupos estava dentro da normalidade. A maior quantidade de oocistos foi registrada nas fezes de consistência pastosa. Não houve variação entre os períodos para grupos genéticos, contudo a maior liberação de oocistos foi observada no período chuvoso. Para ambos os períodos o ITGU estava acima da faixa normal (74) para bovinos. A TR não variou entre os períodos e grupos genéticos, mas a FR foi maior no período seco. A FC foi influenciada pela variação climática e pelo grupo genético, sendo observado que 86% dos bovinos estavam com a FC acima da zona termoneutralidade. Foram constatadas ocorrências de criptosporidiose e nematódeos presentes em todos os bovinos. A infecção por *Cryptosporidium* spp. não afetou os parâmetros fisiológicos. Os bovinos apresentam adaptabilidade ao clima tropical do cerrado Maranhense. O F2 ($\frac{1}{4}$ Curraleiro Pé-duro x $\frac{1}{4}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ Senepol) apresentou melhor ganho de peso com adaptação ao clima tropical chuvoso.

Palavras chaves: Protozoário, *Cryptosporidium* spp., OPG, Cruzamentos, Ganho de peso

LUZ, C. S. M. **Physiological and behavioral parameters of cattle infected with oocysts of *Cryptosporidium* spp. in dry and rainy season.** 2019. 73 p. Thesis (PhD in Animal Science) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.

ABSTRACT

In this study, the objective was to investigate the occurrence of oocysts of *Cryptosporidium* spp. and gastrointestinal nematodes on weight gain and physiological parameters in dry and rainy periods in genetic groups of beef cattle. Thus, 51 male bovine animals aged 12 to 24 months were used of the following genetic groups: Curraleiro Pe-duro (CPD), Nelore, F1 (½ Nelore x ½ Curraleiro Pé-duro), F1 (½ Nelore x ½ Angus) e F2 (¼ Curraleiro Pé-duro x ¼ Nelore x ½ Senepol). For identification of oocysts of *Cryptosporidium* spp. were adopted the techniques of Ritchie and Ziehl-Neelsen and oocyst morphology. The parameters were collected: count egg per gram of stool (EPG), coproculture, globular volume (GV), respiratory rate (RF), heart rate (HR) and rectal temperature (RT). Was determined Weight gain (WG). In parallel were collected climate variables and calculated the Globe and Humidity Temperature Index (BGHI). Of the 51 bovines 23 (40.10%) were parasitized by protozoa of the genus *Cryptosporidium* spp. but no was observed variation ($p>0.05$) in weight and physiological parameters of parasitized and non-parasitized animals. Of the animals studied, 38 (74.51%) were releasing eggs of nematodes in the faeces, being *Haemonchus* spp. (86.42%), *Trichostrongylus* spp. (8.82%) and *Oesophagostomum* spp. (4.76%). The GB of all groups was within normal range. The largest amount of oocysts was recorded in faeces with pasty consistency. There was no variation between periods for genetic groups, however, the highest release of oocysts was observed in the rainy season. For both periods the BGHI was above the normal range (74) for cattle. The RT did not vary between periods and genetic groups, but RF was higher in the dry period. The HR was influenced by climatic variation and by the genetic group, being observed that 86% of the cattle had HR above the thermoneutral zone. Identified were occurrences of cryptosporidiosis and nematodes present in all cattle. Infection with *Cryptosporidium* spp. did not affect the physiological parameters. The cattle are adaptable to the tropical climate of the cerrado Maranhense. The F2 (¼ Curraleiro Pé-duro x ¼ Nelore x ½ Senepol) presented better weight gain with adaptation to rainy tropical climate.

Key words: Protozoan, *Cryptosporidium* spp., EPG, Crossroads, Weight gain

1. INTRODUÇÃO

A produção de bovinos é afetada pela ação de parasitos que causam enormes perdas econômicas em função da redução da produtividade e transmissão de agentes infecciosos, podendo ocasionar óbito (DELGADO et al., 2009; SILVA et al., 2012; BECK et al., 2015). O potencial de perdas causadas por nematoides gastrintestinais no Brasil foi estimado em aproximadamente 5,2 milhões de dólares, com base na redução do rendimento de bovinos na produção de carne (GRISI et al., 2014). Dentre as principais causas de prejuízo podem ser citados: retardo na produção, despesas com tratamentos profiláticos e curativo (MOTA; CAMPOS; ARAÚJO, 2003).

Além das nematodíases, a criptosporidiose é uma doença que chama atenção por resultar em grandes perdas econômicas devido a resposta dos animais a essa infecção e por seu potencial zoonótico causado por protozoários do gênero *Cryptosporidium* spp. (SILVERLÅS et al., 2010). Esse protozoário intracelular e extracitoplasmático causa distúrbios gastrointestinais que resultam em diarreia em animais e humanos imunocomprometidos e com isso comprometendo a produtividade animal (AYELE; SEYOUM; LETA, 2018). Do ponto de vista de saúde pública, os hospedeiros do *Cryptosporidium* spp. podem contaminar o ambiente por meio de oocistos na água de rios, propagando a doença (GERTLER et al., 2015; GALLAS-LINDEMANN et al., 2016).

No tripé que sustenta a produção animal, além da nutrição e da genética, a sanidade é primordial para o bom desempenho produtivo dos animais. O conhecimento da influência das variáveis climáticas sobre a transmissão das doenças parasitárias pode auxiliar no desenvolvimento de programas de controle de parasitos fundamentado em evidências que promovem redução de despesas, como também diminui o desenvolvimento de resistência a anti-helmínticos (BECK et al., 2015).

As condições climáticas não afetam somente o bem-estar animal, mas também a infecção de parasitos gastrintestinais. Variáveis climáticas, tais como temperatura e umidade elevadas promovem a distribuição e sobrevivência de larvas na forma infectante (WANG et al., 2014). O estresse pode favorecer a proliferação de parasitos adultos, proporciona aos parasitos que estavam em hipobiose, a retornarem à luz intestinal e conseqüentemente aumentar a excreção de ovos de helmintos nas fezes (ANTONELLO et al., 2010).

Um dos motivos da seleção de bovinos é a necessidade de obter animais resistentes aos parasitos tendo por base a performance produtiva (MOTA; CAMPOS; ARAÚJO, 2003). Com isso, são vários os cruzamentos que mostram as diferenças entre *Bos taurus* e *Bos indicus*, em função

da necessidade de maior tolerância ao calor, resistência a ecto e endoparasitos, como também para o aumento da produtividade (EUCLIDES FILHO et al., 2004).

A expectativa de produzir bovinos mais produtivos e mais resistentes a parasitos e aos fatores climáticos será atendida com a avaliação de grupos genéticos nas condições ambientais, no qual se deseja produzi-los. Teixeira et al. (2006) analisaram bovinos das raças Nelore, Hereford e seus cruzamentos em região tropical e subtropical, concluíram que o aumento dos genes zebuínos resulta em menor diferença no desempenho entre os genótipos e as regiões, indicando a importância da interação genótipo ambiente.

Como forma de mensurar a temperatura corporal no ambiente de produção, são aferidos os parâmetros termorreguladores, que podem ser influenciados pela idade, raça e estado fisiológico, como também por fatores climáticos tais como: hora do dia, temperatura ambiente e estação do ano (PERISSINOTTO et al., 2009).

A produção de bovinos tem potencial para ser mais rentável com os estudos dos fatores que limitam o aumento da capacidade produtiva. Neste contexto, objetivou-se investigar grupos genéticos de bovinos de corte quanto a ocorrência à parasitos gastrintestinais, bem como verificar relações entre grupo genético, ganho de peso, volume globular, parâmetros fisiológicos e variáveis ambientais em período seco e chuvoso.

Este trabalho foi dividido segundo às normas para elaboração e apresentação de Tese do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí (PPGCA-UFPI) nas seguintes partes: Capa / Folha de rosto / Ficha catalográfica / Dedicatória e Agradecimentos / Sumário / Resumo / Abstract / Introdução / Revisão de Literatura / Referências Bibliográficas / **CAPÍTULO I** / **CAPÍTULO II** / Considerações Finais.

CAPÍTULO I - Referente ao artigo científico 01 desta Tese será submetido a **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** - ISSN: 1984-2961

CAPÍTULO II - Referente ao artigo científico 02 desta Tese será submetido a **Tropical Animal Health And Production** – ISSN: 1573-7438

2. REVISÃO DE LITERATURA:

2.1 Criptosporidiose em bovinos

2.1.1 Epidemiologia

A epidemiologia do *Cryptosporidium* spp. tem sido analisada principalmente ao nível de gênero em prol dos fatores que determinam a sua frequência e distribuição (BECHER et al., 2004), sendo observado que a criptosporidiose é ocasionada pela à ingestão de oocistos de *Cryptosporidium* spp. presentes na água ou em alimentos contaminados (Quadro 1), como também por meio do contato direto com as fezes de animais infectados que estejam eliminando a forma infectante (DIXON et al., 2011; THOMPSON e ASH, 2016).

Quadro 1 - Fatores epidemiológicos dos oocistos de *Cryptosporidium* spp. e sua frequência e transmissão, adaptado por Dillingham et al. (2002)

Características dos oocistos	Importância epidemiológica
Elevada resistência ao cloro	Permite sobreviver à grande maioria dos tratamentos de desinfecção da água para consumo público e fins recreativos
Tamanho bastante reduzido	Dificulta a filtração dos oocistos e requer a utilização de métodos específicos e direcionados para o tratamento eficaz da água
Baixa dose infecciosa	Facilita a aquisição do parasita, estudos referem que a dose infecciosa média para a espécie <i>Cryptosporidium parvum</i> varia entre 9 a 1042 oocistos*
Excretados plenamente	Permite fácil transmissão por meio do contato direto entre indivíduos
Esporulados	Reservatórios animais, os quais são responsáveis pela dispersão dos oocistos no ambiente, contaminação da água e alimentos

*Okhuysen et al. (1999)

2.1.2 Etiologia

O *Cryptosporidium* spp. é um parasito protozoário intracelular e extra-citoplásmico que atualmente faz parte do filo *Apicomplexa*, classe *Gregarinomorpha*, subclasse *Cryptogregarina*, ordem *Cryptogregarida*, família *Cryptosporididae* e gênero *Cryptosporidium* spp. (TYZZER, 1907; CAVALIER-SMITH, 2014). Os protozoários do gênero *Cryptosporidium* spp. contem 30 espécies, possuindo mais de 70 genótipos diferentes (NAKAMURA; MEIRELES, 2015), com isso apresenta uma grande diversidade genética, de caráter cosmopolita com fácil adaptação podendo infectar cerca de 150 espécies de animais (MATOS et al., 2019).

Os bovinos podem ser infectados pelas espécies: *Cryptosporidium parvum*, *Cryptosporidium bovis*, *Cryptosporidium andersoni*, *Cryptosporidium ryanae*, *Cryptosporidium hominis*, *Cryptosporidium suis*, *Cryptosporidium suis-like*, *Cryptosporidium felis*, *Cryptosporidium canis*, *Cryptosporidium ubiquitum*, *Cryptosporidium meleagridis*, *Cryptosporidium wrairi*, *Cryptosporidium serpentis* e *Cryptosporidium scrofarum* (FAYER, 2010).

2.1.3 Ciclo de vida

O ciclo de vida é monóxeno e pode ser dividido em seis grandes fases de desenvolvimento (CURRENT e GARCIA, 1991), conforme apresentado na Figura 1.

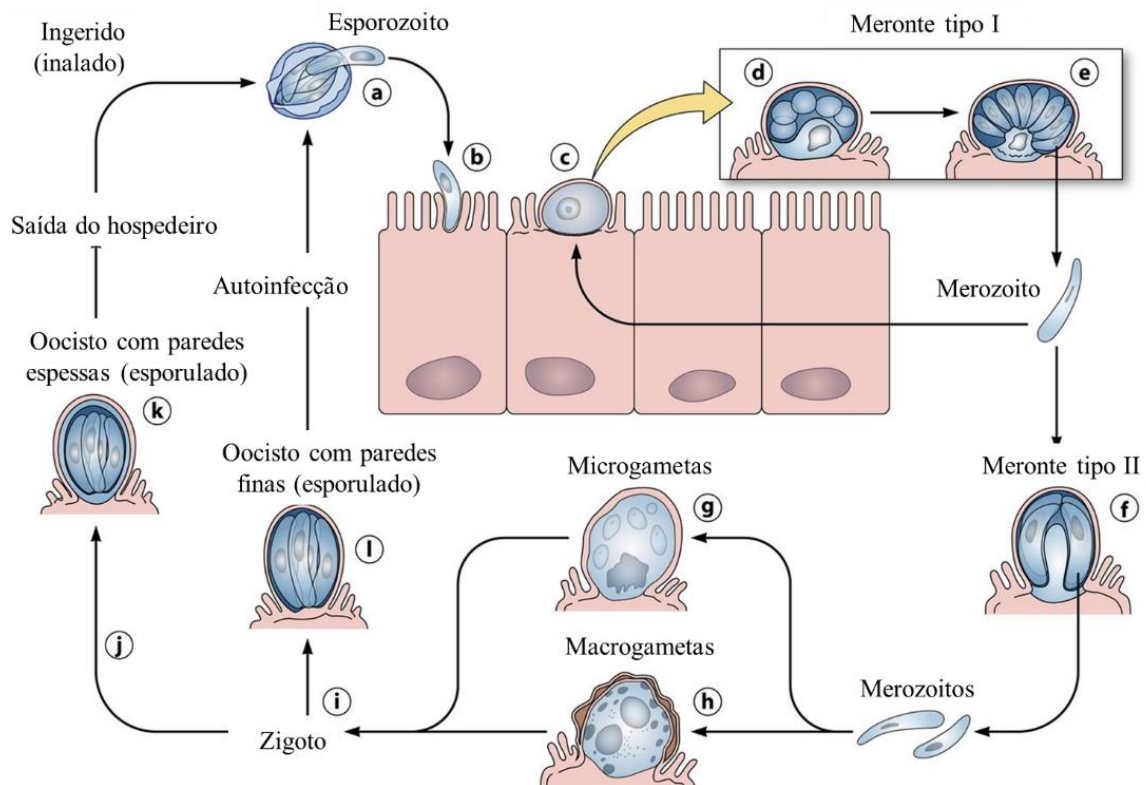


Figura 1 – Estrutura do ciclo de vida do *Cryptosporidium parvum*. No lúmen do intestino ocorre a lise celular do oocisto (a), para liberação dos esporozoítos (b) que penetram nas criptas da mucosa intestinal (c) dentro dos vacúolos parasitóforos nas microvilosidades do epitélio. Trofozoítos são submetidos a divisão assexuada (merogonia) (d e e) para formar merozoítos. Após serem liberados dos merontes do tipo I, os merozoítos entram nas células hospedeiras adjacentes para formar merontes do tipo I novamente ou para formar merontes do tipo II (f). Os merontes do tipo II não reciclam, mas inserem as células hospedeiras para formar os estádios sexuais, microgametas (g) e macrogametas (h). A maioria dos zigotos (i) formados após a fecundação, desenvolvem em oocistos de paredes espessas (j) resistentes ao meio ambiente que sofrem esporogonia para formar oocistos esporulados (k) contendo quatro esporozoítos e os de paredes finas (l) para autoinfecção (CURRENT e GARCIA, 1991; BOUZID et al., 2013).

Ao serem ingeridos, os oocistos chegam no trato gastrintestinal, e por ação dos sais biliares, enzimas pancreáticas, mudanças na temperatura e pH. Ocorre o desencistamento (a liberação de esporozoítos infecciosos), por merogonia (multiplicação assexuada dentro das células hospedeiras) gametogonia (a formação de micro e macrogametas), a fertilização (a união de micro e macrogametas), a formação da parede do oocisto (para produzir a fase resistente ambientalmente responsável para a transmissão da infecção de um hospedeiro para outro), e esporogonia (a formação de esporozoítos infecciosos) (MARTINS-VIEIRA; BRITO; HELLER, 2009).

No decorrer desses estágios são formados dois tipos de oocistos esporulados, sendo que um destes apresenta parede espessa, são libertados no lúmen do intestino e excretados nas fezes do hospedeiro, e são imediatamente infecciosos, favorecendo a propagação da infecção a outros hospedeiros susceptíveis, e podem permanecer viáveis por meses (SANTOS et al., 2016; LAURENT e LACROIX-LAMANDÉ, 2017). Os oocistos de parede delgada são rompidos no hospedeiro e liberam esporozoítos que se instalam nas células epiteliais não infectadas, sendo responsáveis por autoinfecções (XIAO et al., 2004).

2.1.4 Patogenia

É diagnosticado que a infecção por *Cryptosporidium* spp. causa inflamação e atrofia das microvilosidades intestinais proporcionando perda da superfície de absorção, desequilíbrio no transporte de nutrientes e com isso causa comprometimento na produtividade animal (LI et al., 2013; SANTOS et al., 2016; AYELE; SEYOUM; LETA, 2018). O quadro clínico da doença pode ser afetado por fatores: idade, imunodeficiência dos indivíduos parasitados e a associação com outras doenças (RADOSTITS et al., 2000). Em bovinos jovens, causa distúrbios gastrointestinais, desidratação, diarreia, o que resulta em perda de peso e até mortalidade (CHAKO et al., 2010).

A criptosporidiose pode ter pequena e longa duração, normalmente de uma a duas semanas, variando em dias e podendo chegar a quatro semanas (GERTLER et al., 2015). Portanto, ocasiona perdas econômicas em função da resposta dos animais a essa infecção, como também do ponto de vista de saúde pública por ser zoonótica, é um potencial causador de contaminação ambiental por meio de oocistos esporulados que contaminam a água e alimentos, propagando assim a doença (SILVERLÅS et al., 2010; BALDURSSON e KARANIS, 2011).

2.1.5 Diagnóstico e tratamento

Na maioria dos casos a detecção é feita por meio da presença ou ausência de oocistos de *Cryptosporidium* spp. nas fezes por exames microscópicos de esfregaços fecais com a técnica de

formol-éter desenvolvida por Ritchie (1948) e o método de coloração com fucsina carbólica de Ziehl-Neelsen (HENRICKSEN e POHLENZ, 1981), imunofluorescência, ELISA (ensaio de imunoabsorção enzimática), descrito por Jex et al. (2008) e métodos como a PCR (reação em cadeia da polimerase) (BOUZID; STEVERDING; TYLER, 2008).

Até o presente momento, nenhuma terapia específica foi eficaz, o tratamento geralmente é sintomático (GERTLER et al., 2015), mas é observado que infecções repetidas provocam algum grau de imunidade nos indivíduos (BOUZID et al., 2013).

2.1.6 Controle e profilaxia

Para evitar a infecção dos animais, são indicadas formas de manejo tais como: separar animais infectados e saudáveis, instalar bebedouros e comedouros em locais mais altos para evitar o contato de animais e pessoas com as fezes contaminadas e a realização de limpeza periódica de currais e maternidades com atenção no contato de fezes com a água (MUÑOZ et al., 2011).

2.2 Nematodíases em bovinos

2.2.1 Epidemiologia

O sistema brasileiro de produção de bovinos de corte no Nordeste é afetado com problemas sanitários, que contribui no aumento das parasitoses, levando a redução da produtividade dos animais (ABREU et al. 2019), causando grandes perdas econômicas (DELGADO et al., 2009; GRISI et al., 2014). Com a alta adaptabilidade, prolificidade e resistência dos parasitos às condições climáticas do Nordeste, há uma ampla distribuição de endoparasitoses principalmente em bovinos jovens (COSTA; SIMÕES; RIET-CORREA, 2009).

Neste sentido surge a necessidade de compreender o ciclo de vida, a distribuição, ocorrência e intensidade de parasitos em diferentes hospedeiros, locais e estações do ano (REISEN, 2010). As nematodíases afetam a saúde e a produtividade dos bovinos principalmente na criação a pasto, reduzindo a sustentabilidade da produção pecuária (BECK et al., 2015).

2.2.2 Etiologia

Os principais nematódeos gastrintestinais de bovinos pertencem ao filo Nematelmintos, classe Nematoda, ordem *Strongylida* e família *Trichostrongylidae* com os gêneros: *Haemonchus*, *Cooperia*, *Bunostomum*, *Oesophagostomum* e *Trichostrongylus* (SANTOS et al., 2010).

Os gêneros que parasitam bovinos no Nordeste do Brasil, mais prevalentes e com maior intensidade de infecção, pertencem aos gêneros *Haemonchus* spp. e *Cooperia* spp. (GIRÃO;

GIRÃO; MEDEIROS, 1985; SANTOS et al., 2010). No entanto, é importante observar que outros gêneros, menos prevalentes, como *Trichostrongylus* spp., *Oesophagostomum* spp. e *Ostertagia* spp. também podem estar presentes em diversas Regiões do Brasil, e não pode deixar de ser estudadas, observando que em condições de campo acontece infecções mistas que potencializam os efeitos indesejáveis (TORRES et al., 2009).

2.2.3 Ciclo de vida

O ciclo de vida dos nematódeos é direto, realizado em um mesmo hospedeiro bovino, sendo dividido em duas fases distintas: fase de vida livre (no ambiente) e fase de vida parasitária (AGYEI, 1997; VAN DIJK). A fase de vida livre, inicia quando são eliminados os ovos pelo hospedeiro, e se prolonga até à formação das larvas infectantes ou larvas de 3º estágio (L3), a fase parasitária começa com a ingestão das L3 pelos hospedeiros (CASSIDA et al., 2012).

A fase de vida livre inicia no período que os ovos chegam ao ambiente liberados nas fezes, em seguida as larvas eclodem e no ambiente evoluem para as fases de larva de 1º estágio (L1) e larva de 2º estágio (L2), tendo a sua alimentação composta de bactérias e microrganismos existentes nas fezes em que eles foram liberadas ao ambiente (Figura 02). A fase parasitária começa quando o bovino se alimenta de pasto contendo L3 (VAN DIJK e MORGAN, 2011).

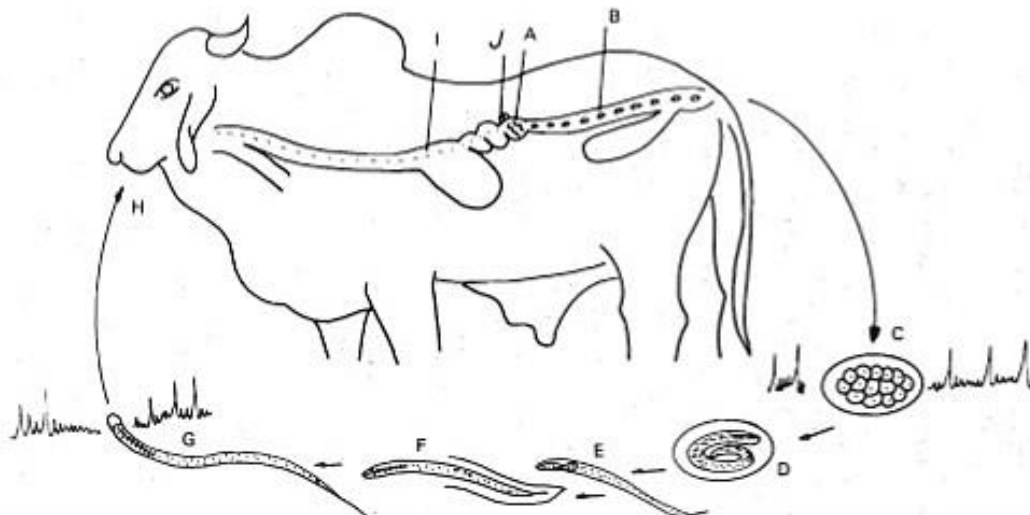


Figura 2 - Esquema do ciclo evolutivo de *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus*. **A.** Nematódeos adultos no estômago; **B.** Ovos; **C.** Ovo blastômero no solo; **D.** L1 dentro do ovo; **E.** L1 no ambiente; **F.** L2; **G.** L3; **H.** Infecção por via oral; **I.** Larva em migração; **J.** Larva no tecido. (QUIROZ, 2002).

Após a infecção com ingestão das L3 que perdem a bainha e com isso penetram em diversas partes da mucosa do trato digestivo do bovino, de acordo a especificidade da espécie. No interior

da mucosa do hospedeiro as larvas L3 se desenvolvem para larva estágio 4 (L4) e larva estágio 5 (L5), ao chegar na maturidade sexual, após a cópula, as fêmeas iniciam a postura dos ovos completando o ciclo (MAÑES e VÁZQUEZ, 2002; ROCHA et al., 2008).

2.2.4 Patogenia

A patogenia de nematódeos gastrointestinais está relacionada com a morbidade e tem como principal consequência o baixo índice de crescimento dos animais, com isso resultando no retardo da idade de abate (NICOLAU et al., 2002). O parasitismo acentuado do abomaso pode resultar em úlceras e elevação do pH do abomaso, com isso promovendo quadros de anorexia (TAYLOR; COOP; WALL, 2007).

A infecção de acordo com o gênero e espécie provoca lesões que podem ser classificadas: 1 - traumática: ocorre dilaceramento de células ou tecidos; 2 - mecânica: constrição de células e tecidos; 3 - alimentação direta: o parasito ingere células ou tecidos; 4 - alimentação indireta: ocorre absorção de nutrientes digeridos pelo animal, mas ainda não absorvidos; 5 - ação tóxica - liberação de catabólitos pela saliva e excreção dos parasitos (TAYLOR; COOP; WALL, 2007).

2.1.5 Diagnóstico e Tratamento

A contagem de contagem de ovos por grama de fezes (OPG), liberados em amostras fecais é utilizada para o diagnóstico de infecção por helmintos gastrointestinais, principalmente nematoides (BRESCHIANI et al., 2017). Os gêneros são identificados por meio das técnicas de coprocultura das larvas infectantes adotando o método de Roberts e O'Sullivan (1950) e para análise morfológica das larvas é utilizado o método de Hoffman (1934).

A administração de anti-helmínticos aos animais é o controle primário evitar danos causados por nematódeos (LANUSSE; ALVAREZ; LIFSCHITZ, 2014). No entanto, por causa da ineficiência de alguns anti-helmínticos por resistências dos parasitos (HÖGLUND et al., 2013), é imprescindível o desenvolvimento de novos estudos com o objetivo de otimizar a utilização dos anti-helmínticos já existentes no mercado de modo planejado, racional e sustentável para reduzir os impactos negativos dos nematódeos em bovinos de corte.

2.1.6 Controle e profilaxia

No Brasil, o controle é realizado em maior parte com a utilização de anti-helmínticos, quando são administrados da forma correta resultam no aumento do ganho de peso varia de 11,85 a 53 kg/animal (BORGES et al., 2013). Contudo, 80% dos pecuaristas ainda utilizam dosagens de anti-

helmínticos inapropriadas para as necessidades das categorias do rebanho, com a finalidade de otimizar o manejo com outras atividades, como a vacinação obrigatória contra a febre aftosa (SOUTELLO; SENO; AMARANTE, 2007).

A aplicação de técnicas parasitológicas como a contagem de OPG para identificar animais sensíveis, permitindo a aplicação seletiva de anti-helmínticos, em alguns casos a substituição de animais sensíveis dentro de um rebanho (VERCRUYSSSE et al., 2009). Foi desenvolvido o método para o controle de nematódeos gastrointestinais em produção pasto com os seguintes procedimentos: nutrição balanceada dos animais, uso de raças resistentes, rotação de pastagem e o pastoreio conjunto de ovinos e bovinos (BRESCIANI et al., 2017).

2.3 Bovinocultura de corte no Brasil

A bovinocultura de corte no Brasil é bastante heterogênea, em função da diversidade de biomas e climas existentes ao longo de todo território. Neste sentido, uma definição eficiente de critérios de seleção que facilite na escolha de reprodutores deve ser adequada ao tipo de sistema de produção em que serão criados e aos cuidados em relação as parasitoses existentes, levando em conta que a avaliação genética dos animais em sua maioria é em âmbito nacional afetando o controle parasitário dos bovinos (TEIXEIRA et al. 2006; NEPOMUCENO et al., 2013).

Com relação a criptosporidiose, pesquisadores relatam que a prevalência de varia de 6,25 a 39,65% em bovinos em diferentes partes do mundo (AYELE; SEYOUM; LETA, 2018). Abreu et al. 2019 analisaram amostras de fezes de 30 bovinos mestiços da raça Nelore no Sul do Estado do Piauí e observaram ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* spp. de 10% (12/120) em amostras de fezes em faixa etária entre 1-90 dias de idade.

À medida que os animais atingem a idade adulta, os sintomas da infecção são pouco existentes e com isso a dificuldade de se detectar a infecção em animais assintomáticos, segundo alguns autores se deve em função da baixa eliminação de oocistos nas fezes (LIMA et al., 2013a). Matos et al. (2019) examinaram 231 bovinos em 25 propriedades localizados nos municípios de Brejo Alegre e Birigui, Estado de São Paulo, dos quais 17 (7,36%) foram positivos. Lima et al. (2013) obtiveram 16 amostras positivas (5,3%) de 300 bezerros parasitados com oocistos de *Cryptosporidium* spp., no Município de Formiga, Minas Gerais.

A infecções por nematódeos gastrintestinais estão presentes em todas as regiões do Brasil afetando a produção de bovinos de corte. Viana et al. (2009) estudaram 63 vacas de corte no município de Tomé-Açu, Mesorregião Nordeste do Estado do Pará, com pastejo rotacionado em *Brachiaria brizantha* e *humidicula* e suplementação mineral, sem administração de anti-

helmínticos, obtiveram OPG com média de $31,1 \pm 68,0$. Catto et al. (2009) obtiveram resultados de OPG com média de 230 para 10 bovinos cruzados (*Bos taurus* × *Bos indicus*) em estudo realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Embrapa, Mato Grosso do Sul.

Neste contexto, são desenvolvidos sistemas de cruzamentos em prol da obtenção de bovinos mais produtivos e resistentes aos parasitas gastrintestinais. Sonstergard e Gasbarre (2001) verificaram que a herdabilidade variava entre 0,3 e 0,4 em relação a contagem de ovos por grama de fezes, tornando evidente que a seleção genética produz aumento da resistência a nematódeos.

Sollecito et al., (2016) estudaram diferentes grupos genéticos (*Bos taurus taurus* × *Bos taurus indicus*), concluíram que a aplicação de cruzamentos apresentando maior distância genética resulta em melhor desempenho reprodutivo e produtivo, sendo essa uma justificativa para aumento do grau de heterose como também da seleção de bovinos com maior aptidão para produção de carne e maior capacidade de concepção e reconcepção.

O cruzamento entre raças diferentes desenvolve a possibilidade de utilizar as características de interesse zootécnico que cada uma possui. Roso e Fries, (2000) estudando a heterose de bovinos (Angus x Nelore) observaram que os cruzados foram superiores em relação aos puros, isso atrelado com a maior expressão da heterose promovendo um melhor desempenho ponderal. Para cruzar diferentes subespécies é preciso conhecer as capacidades produtivas e adaptativas de cada uma delas de acordo ao sistema de produção e as tecnologias que serão aplicadas (RUAS et al., 2014).

Em trabalho realizado por Menezes et al. (2013) estudando o desempenho produtivo de bovinos de corte Nelore e cruzados ($\frac{1}{2}$ Nelore × $\frac{1}{2}$ Blonde d'Aquitaine) os animais cruzados apresentaram melhor desempenho em relação ao Nelore puro em todas as características avaliadas, tais como, maior peso ao nascimento e maior grau de adaptação às condições climáticas e aos tipos de manejos aos qual foram submetidos.

O melhor desempenho dos bovinos cruzados não se atribui somente ao ganho de peso, como também um maior rendimento de carcaça e sua composição física e qualidade da carne. Souza et al. (2012) observaram que a composição física da carcaça foi diferente de acordo ao grupo genético ($p < 0,01$), os bovinos F1 (Nelore × Angus) tiveram maior porção de tecido muscular e adiposo em relação ao F1 (Nelore × Simental) e o Nelore.

Euclides Filho (2009) comentam que programas de cruzamentos, não devem envolver somente raças europeias não-adaptadas, mas também raças europeias adaptadas para melhor expressão de seus potenciais produtivos. Programas de cruzamentos têm tido a participação não somente do setor público, mas também do setor privado, no qual a utilização de raça taurina tropicalmente adaptada como o Curraleiro Pé-duro no cruzamento com raças zebuínas como forma

umentar a produção e a qualidade da carne utilizando recursos genéticos locais (CARVALHO et al., 2017).

2.4 Curraleiro Pé-duro

O Curraleiro Pé-duro é um taurino (*Bos taurus taurus*) tropicalmente adaptado que foi trazido na época da colonização, em meados do século XVI, no qual a criação de bovinos mostrou-se de grande importância para a colônia recém-descoberta. O gado era oriundo dos colonizadores ibéricos (Portugal e Espanha), serviam para produção de carne, leite e força para tração. Caracterizaram-se pela adaptabilidade, rusticidade e resistência, aspectos fundamentais devido as particularidades edafoclimáticas do Nordeste brasileiro (MARIANTE e EGITO, 2002, SERRANO et al., 2005; MCMANUS et al., 2011; CARDOSO et al., 2016).

Carvalho et al., (2013) observaram que as pelagens da raça Curraleiro Pé-duro diversificam do vermelho até o preto, sendo em sua maioria de pelagem alaranjada, apresentam pequeno a médio porte, contudo são adaptados as condições climáticas do semiárido do Piauí. Recomenda-se que a estação de nascimento aconteça no início do ano para obtenção de maior ganho de peso no decorrer de suas fases de crescimento.

Esses animais se adaptaram as condições de umidade baixa, calor, pastagens de baixa qualidade e outros fatores adversos característicos do cerrado brasileiro (FIORAVANTI et al., 2011), entre eles pode-se citar a tolerância ao calor e a resistência a ecto, endo e hemoparasitoses, (MCMANUS et al., 2009). Com baixa necessidade nutricional, capazes de ganhar peso em pastagens de baixa qualidade e boa condição de escore corporal (TORTORELLA et al., 2016; TEIXEIRA et al., 2017).

O Curraleiro Pé-duro apresenta resistência a doenças regionais, rusticidade, capacidade de tolerar grandes períodos com pouca disponibilidade de alimento e rápida recuperação do peso corporal após períodos de restrição alimentar (CASTANHEIRA et al., 2013). Isso em função da seleção natural em condições adversas, com ênfase nos aspectos nutricionais, a qual esses animais passaram após sua introdução no Brasil (BIANCHINI et al., 2006; CARVALHO et al., 2017).

Ao longo do período de adaptação o Curraleiro Pé-duro diminuiu parte das características produtivas, mas desenvolveram habilidades de conviver com ambientes com poucos recursos. Sendo mantido em pastagens naturais apresenta peso ao nascer em torno de 14 a 26 kg, e são desmamados aos 210 dias atingindo cerca de 32 a 96 kg. Com um ano de idade obtêm de 48 a 144 kg, podendo chegar de 186 a 298 kg na idade ao abate, aos 28 meses, com um rendimento de carcaça médio próximo de 50% (CARVALHO et al., 2017).

A criação dessa raça bovina localmente adaptada, sendo produzida de forma extensiva, nas condições do cerrado, alimentada com vegetação nativa, torna-se ideal para sistemas de produção agroecológicos, principalmente devido a sua resistência natural a patógenos (NEIVA; SERENO; FIORAVANTI, 2011; CARDOSO et al., 2016). Essa raça também possui múltiplas funcionalidades, no qual o produtor rural pode trabalhar na produção de leite, carne, pele, e tração com menor necessidade de insumos externos. Neste sentido o Curraleiro Pé-Duro pode fazer parte de sistemas de produção agroecológicos familiares, com referência e certificado, assim como é feito em muitos países europeus (FIORAVANTI et al., 2011).

2.5 Adaptabilidade climática de bovinos

No Brasil, a variação climática e ambiental resulta em diferentes manejos e sistemas de produção de bovinos, principalmente na região Nordeste que possui vários climas tais como: semiárido, tropical, equatorial úmido e tropical litorâneo (FRANCO et al., 2012). Variáveis climáticas, como a temperatura e umidade elevadas afetam o bem-estar animal e promovem a distribuição e sobrevivência de larvas de nematódeos na forma infectante (WANG et al., 2014). Santos et al. (2016) observaram que a época com maiores concentrações de chuvas, ou seja, com elevada umidade relativa do ar, a ocorrência de criptosporidiose foi maior em bovinos no sul do Estado do Piauí.

Na perspectiva de variações climáticas globais elevando as temperaturas e alterando o volume e distribuição das chuvas durante ano, aumenta a necessidade de utilizar genótipos mais adaptáveis com maior capacidade de produção em ambientes adversos (MCMANUS et al., 2008; RUAS et al., 2014). Com isso, para produzir carne em quantidade e qualidade é necessário a utilização de dietas balanceadas, a seleção dos animais deve ser adequada para cada região e clima, levando em conta que as instalações possibilitem bem-estar para os animais (FERRO et al., 2016).

Como alternativa para um sistema de produção de carne de qualidade e menor custo de produção, a raça Curraleiro Pé-duro criada com pouca ou nenhuma atenção ao manejo nutricional, sanitário ou reprodutivo, tornou-se extremamente resistentes a doenças e parasitos, bem como climas secos e quentes (EGITO; MARIANTE; ALBURQUERQUE, 2002; BIANCHINI et al., 2006). Com isso pesquisas têm sido conduzidas em prol de se avaliar o seu potencial tropicalmente adaptado para ser utilizado em cruzamentos com zebuínos e taurinos buscando manter a adaptabilidade em ambientes de clima semiárido, mantendo a qualidade da carne (CARVALHO et al., 2013; BARBOSA et al., 2014).

2.5.1 Parâmetros ambientais de conforto térmico

A temperatura do ar é um fator determinante para o conforto térmico dos animais, com isso a zona de termoneutralidade é definida como uma faixa de temperaturas em que os animais necessitam gastar energia apenas para taxa metabólica basal, dessa forma não utilizam as reservas corporais para manter constante a temperatura do corpo, no entanto, a zona de termoneutralidade pode variar entre raças e cruzamentos (GONGORA e HERNANDEZ, 2010).

O índice de temperatura globo e umidade (ITGU) desenvolvido por Buffington et al. (1981) considera a temperatura de globo negro (TGN) e a temperatura do ponto de orvalho (TPO), representa às trocas calor por radiação que ocorrem entre animal e ambiente, podem caracterizar a diferença entre um ambiente confortável ou estressante (BAÊTA e SOUZA, 1997). É utilizado para avaliar o estresse térmico em animais em produção a pasto, principalmente em regiões tropicais (SILVA, MORAIS; GUILHERMINO, 2007).

$$\text{Equação: ITGU} = T_{gn} + 0,36 T_{po} + 41,5$$

Neste contexto a adaptabilidade climática é fundamental na produção de bovinos de corte, quando os animais estão na faixa de temperatura ideal (Tabela 01) a sua capacidade produtiva pode ser manifestada de forma positiva, levando em conta as suas necessidades nutricionais e sanitárias (AZEVEDO et al., 2008; FERRO et al., 2016).

Tabela 01 – Valores referência de parâmetros ambientais para bovinos de corte

Parâmetros ambientais	Faixa ideal	Limite superior	Referências
Temperatura	10 a 27°C	35°C	Baêta e Souza (1997) Furtado et al. (2012) Ferreira (2005)
Umidade	50 a 60%	70%	Baêta e Souza (1997) Ferreira et al. (2006) Navarini et al. (2009)
Índice de temperatura globo e umidade (ITGU)	74	<84	Buffington et al. (1981) Baêta e Souza (1997)

Reconhecidos por sua capacidade de se adaptar as condições climáticas do Brasil, os bovinos de corte são em sua maioria *Bos taurus indicus* (HANSEN, 2004; BIANCHINI et al., 2006), mesmo com boa adaptação em altas temperaturas, os bovinos da raça Nelore poderão sofrer estresse térmico em algumas regiões ao qual a temperatura pode ultrapassar seu limite superior (FERREIRA, 2005; FERRO et al., 2016).

Na medida em que o limite superior de temperatura é ultrapassado o animal vai diminuir o consumo de matéria seca e passar a consumir mais água para tentar diminuir o calor endógeno (SILANIKOVE, 2000). Sendo visto que o desempenho dos bovinos é determinado pela ingestão de matéria seca, digestibilidade, metabolismo e absorção de nutrientes, influenciando na expressão da capacidade produtiva e reprodutiva (FURTADO et al., 2012).

2.5.2 Características termorreguladores em bovinos

Como forma de ser estimar a relação entre o clima e a fisiologia dos animais pode-se usar alguns parâmetros fisiológicos (Tabela 02), tais como: frequência respiratória, temperatura retal e frequência cardíaca (AZEVEDO et al., 2008). Barbosa et al. (2014) observaram que os parâmetros fisiológicos podem variar de acordo com o ambiente e grupo genético, indicando influência do clima na homeotermia dos bovinos.

Tabela 02 – Valores referência para características termorreguladores de bovinos de corte

Características termorreguladores	Faixa ideal	Limite superior	Referências
Temperatura retal	38,5±1,5°C	39,3°C	Kolb (1987) Stöber (1993) Reece et al. (2015)
Frequência cardíaca	36 a 48 mov/min	60 mov/min	Detweiler (1996) Reece et al. (2015)
Frequência respiratória	26 a 36 mov/min	50 mov/min	Stöber (1993) Hahn; Parkhurst; Gaughan (1997) Reece et al. (2015)

Movimentos por minuto

Os bovinos são animais homeotérmicos e possuem mecanismos para perder ou absorver calor para o ambiente e assim manter a temperatura corporal constante. Esses mecanismos podem ser divididos em dois gradientes: os não-evaporativos ou sensíveis que dependem da temperatura (condução, convecção e radiação) e os evaporativos ou latentes que tem relação com a umidade (evaporação, via transpiração e respiração) (AZEVEDO et al., 2008).

A *condução* é a transferência de energia térmica entre dois corpos em qualquer superfície do animal, a *convecção* é uma corrente de fluido líquido ou gasoso, pelo movimento do ar ou da água, a *radiação* é definida como a troca de energia térmica de um corpo a outro por meio de ondas

eletromagnéticas e a *evaporação* é caracterizada pela redução de energia térmica do corpo quando água evapora por meio do suor e da respiração (SANIN; CABRERA; MORALES, 2016).

Em estudo realizado por Frisch (1981) afirma que ao passo em que o estresse aumenta, a adaptação as condições ambientais apresentam maior importância, com isso afetando diretamente na expressão da capacidade produtiva do animal, entretanto, a medida em que o estresse gerado pelas condições ambientais diminui, o potencial de crescimento passa a ter mais relevância para o ganho de peso.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, B. S.; PIRES, L. C.; SANTOS, K. R.; LUZ, C. S. M.; OLIVEIRA, M. R. A.; SOUSA JÚNIOR, S. C. Occurrence of *Cryptosporidium* spp. and its association with ponderal development and diarrhea episodes in nellore mixed breed cattle. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 13, n. 1, p. 24-29, 2019.
- AGYEI, A. D. Seasonal changes in the level of infective strongylate nematode larvae on pasture in the coastal savanna regions of Ghana. **Veterinary Parasitology**, v. 70, n. 1-3, p. 175-182, 1997.
- ANTONELLO, A. M.; CEZAR, A. S.; SANGIONI, L. A.; VOGEL, F. S. F. Contagens de ovos por grama de fezes para o controle anti-helmíntico em bovinos de leite de diferentes faixas etárias. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p. 1227-1230, 2010.
- AYELE, A.; SEYOUM, Z.; LETA, S. S. *Cryptosporidium* infection in bovine calves: prevalence and potential risk factors in northwest Ethiopia. **BMC Research Notes**, v. 11, n. 1, p. 105, 2018.
- AZEVÊDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A.; FEITOSA, F. S.; MAGALHÃES, J. A.; MALHADO, C. H. M. Adaptabilidade de bovinos da raça pé-duro às Condições climáticas do semi-árido do Estado do Piauí. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 220, p. 513-523, 2008.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246p.
- BALDURSSON, S.; KARANIS, P. Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks – an update 2004–2010. **Water Research**. v. 45, n. 20, p. 6603-6614, 2011.
- BARBOSA, B. R. P.; SANTOS, S. A.; ABREU, U.G. P.; EGITO, A. A.; COMASTRI FILHO, J. A.; JULIANO, R. S.; PAIVA, S. R.; MCMANUS, C. Tolerância ao calor em bovinos das raças Nelore branco, Nelore vermelho e Pantaneira. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v. 15, n. 4, p. 854-865, 2014.
- BECHER, K. A.; ROBERTSON, I. D.; FRASER, D. M.; PALMER, D. G.; THOMPSON, R. C. Molecular epidemiology of *Giardia* and *Cryptosporidium* infections in dairy calves originating from three sources in Western Australia. **Veterinary Parasitology**. v. 123, n. 1-2, p.1-9, 2004.
- BECK, M. A.; COLWELL, D. D.; GOATER, C. P; KIENZLE, S. W. Where's the risk? Landscape epidemiology of gastrointestinal parasitism in Alberta beef cattle. **Parasites & Vectors**, v. 8, n. 434, p. 1-13, 2015.
- BIANCHINI, E.; MCMANUS M. C. M.; LUCCI, C. M.; FERNANDES, M. C. B.; PRESCOTT, E.; MARIANTE, A. S.; EGITO A. A. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 9, p. 1443-1448, 2006.
- BORGES, F. A.; ALMEIDA, G. D.; HECKLER, R. P.; LEMES, R. T.; ONIZUKA, M. K. V.; BORGES, D. G. L. Impact on tropical beef cattle productivity: effect on weight gain of weaned calves. **Tropical Animal Health and Production**, v. 45, n. 3, p. 723-727, 2013.

- BOUZID, M.; HUNTER, P. R.; CHALMERS, R. M.; TYLER, K. M. *Cryptosporidium* pathogenicity and virulence. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 26, n. 1, p. 115-134, 2013.
- BOUZID, M.; STEVERDING, D.; TYLER, K. M. Detection and surveillance of waterborne protozoan parasites. **Current Opinion in Biotechnology**. 19, n. 3, p. 302-306, 2008.
- BRESCIANI, K.D.S.; COELHO, W. M. D.; GOMES, J. F.; MATOS, L. S.; SANTOS, T. R.; SUZUKI, C. T. N.; LIMA, L. G. F.; KANETO, C. N. Aspects of epidemiology and control of gastrointestinal nematodes in sheep and cattle – Approaches for its sustainability. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40 n. 3, p. 664-669, 2017.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. Black Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.
- CARDOSO, C. C.; LIMA, F. G.; FIORAVANTI, M. C. S.; EGITO, A. A.; SILVA, F. C. P.; TANURE, C. B.; PERIPOLLI, V.; MCMANUS, C. Heat Tolerance in Curraleiro Pe-Duro, Pantaneiro and Nelore Cattle Using Thermographic Images. **Animals**, v. 6, n. 2, p. 1-11, 2016.
- CARVALHO, G. M. C.; FROTA, M. N. L.; LIMA NETO, A. F.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; ARAUJO NETO, R. B.; ARAUJO, A. M.; PEREIRA, E. S.; CARNEIRO, M. S. S. Live weight, carcass, and meat evaluation of Nelore, Curraleiro Pé-Duro, and their crossbred products in Piauí State. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 6, n. 5, p. 393-399, 2017.
- CARVALHO, G. M. C.; SILVA, L. R. F.; ALMEIDA, M. J. O.; LIMA NETO, A. F.; BEFFA, L. M. Avaliações fenotípicas da raça bovina Curraleiro Pé-duro do semiárido do Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 237, p. 9-20, 2013.
- CASSIDA, K. A LESTER, E.C.; FOSTER, J. G.; TURNER, K. E. Recirculating elutriator for extracting gastrointestinal nematode larvae from pasture herbage samples. **Veterinary Parasitology**, v. 188, n. 1-2, p. 60-7, 2012.
- CASTANHEIRA, M.; MCMANUS, C. M.; NETO, P.; COSTA, M. J. R. P. D.; MENDES, F. D. C.; SERENO, J. R. B.; BÉRTOLI, C. D.; FIORAVANTI, M. C. S. Maternal offspring behaviour in Curraleiro Pé Duro naturalized cattle in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 8, p. 584–591, 2013.
- CATTO, J. B.; BIANCHIN, I.; SANTURIO, M. J.; FEIJÓ, G. L. D.; KICHEL, A. N.; SILVA, J. M. Sistema de pastejo, rotenona e controle de parasitas em bovinos cruzados: efeito no ganho de peso e no parasitismo. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, n. 4, p. 37-43, 2009.
- CAVALIER-SMITH, T. Gregarine site-heterogeneous 18S rDNA trees, revision of gregarine higher classification, and the evolutionary diversification of Sporozoa. **European Journal of Protistology**, v. 50, n. 5, 472-495, 2014.
- CHAKO, C. Z.; TYLER, J. W.; SCHULTZ, L. G.; CHIGUMA, L.; BEERNTSEN, B. T. Cryptosporidiosis in people: It's not just about the cows. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 24, n. 1, p. 37-43, 2010.

- COSTA, V. M. M.; SIMÕES, S. V. D.; RIET-CORREA, F. Doenças parasitárias em ruminantes no semi-árido brasileiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, n. 7, p. 563-568, 2009.
- CURRENT, W.; GARCIA, L. Cryptosporidiosis. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 4, n. 3, p. 325-358, 1991.
- DELGADO, F. E. F.; LIMA, W. S.; CUNHA, A. P.; BELLO, A. C. P. P.; DOMINGUES, L. N.; WANDERLEY, R. P. B.; LEITE, P. V. B.; LEITE, R. C. Verminoses dos bovinos: percepção de pecuaristas em Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, n. 3, p. 29-33, 2009.
- DETWEILER, D. K. **Regulação cardíaca**. In: DUKES, H. H. Fisiologia dos animais domésticos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, 856 p.
- DILLINGHAM, R. L.; A. GUERRANT, R. Cryptosporidiosis: epidemiology and impact. **Microbes and Infection**, v. 4, n. 10, p. 1059-1066, 2002.
- DIXON, B.; PARRINGTON, L.; COOK, A.; PINTAR, K.; POLLARI, F.; KELTON, D.; FARBER, J. The potential for zoonotic transmission of *Giardia duodenalis* and *Cryptosporidium* spp. from beef and dairy cattle in Ontario, Canada. **Veterinary Parasitology**, v. 175, n. 1-2, p. 20-26, 2011.
- EGITO, A. A.; MARIANTE, A. S.; ALBURQUERQUE, M. S. M. Programa brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. **Archivos de Zootecnia**, v. 51, p. 39-52, 2002.
- EUCLIDES FILHO, K. Evolução do melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil. **Revista Ceres**, v. 56, n. 5, p. 620-626, 2009.
- EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G. R.; EUCLIDES, V. P. B.; VAZ, E. C.; TROVO, J. B.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; SILVA, L. O. C.; ROCCO, V. Eficiência bionutricional de animais da raça Nelore, F1s Valdostana-Nelore e de mestiços de raças européias adaptadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 5, p. 671-675, 2004.
- FAYER, R. Taxonomy and species delimitation in *Cryptosporidium*. **Experimental Parasitology**, v. 124, n. 1, p. 90-97, 2010.
- FERREIRA, F.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L.; COELHO, S. G.; CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M.; FACURY FILHO, E. J.; CAMPOS, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 732-738, 2006.
- FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005, 371p.
- FERRO, D. A. C.; ARNHOLD, E.; BUENO, C. P.; MIYAGI, E. S.; FERRO, R. A. C.; SILVA, B. P. A. Performance of Nelore males under different artificial shading levels in the feedlot. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 2623-2632, 2016.

FIORAVANTI, M.; JULIANO, R.; COSTA, G.; ABUD, L.; CARDOSO, V.; CARPIO, M.; COSTA, M. Conservación del bovino Curraleiro: Cuantificación del censo y caracterización de los criadores. **Animal Genetic Resources**, v. 48, p. 109-116, 2011.

FRANCO, I. L.; MALHADO, C. H. M.; CARNEIRO, P. L. S.; MARTINS FILHO, R.; PEREIRA, D. G.; DIAS, C. T. S. Interação genótipo x local x regime alimentar em bovinos nelore por meio de componentes principais de três modos. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2252-2258, 2012.

FRISCH, J. E. Changes occurring in cattle as a consequence of selection for growth rate in a stressful environment. **Journal of Agricultural Science**, v. 96, n. 1, p. 23-38, 1981.

FURTADO, D. A.; PEIXOTO, A. P.; REGIS, J. E. F.; NASCIMENTO, J. W. B.; ARAUJO, T. G. P.; LISBOA, A. C. C. Termorregulação e desempenho de tourinhos Sindi e Guzerá, no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 9, p. 1022-1028, 2012.

GALLAS-LINDEMANN, C.; SOTIRIADOU, I.; PLUTZER, J.; NOACK, M. J.; MAHMOUDI, M. R.; KARANIS, P. *Giardia* and *Cryptosporidium* spp. dissemination during wastewater treatment and comparative detection via immunofluorescence assay (IFA), nested polymerase chain reaction (nested PCR) and loop mediated isothermal amplification (LAMP). **Acta Tropica**, v. 158, n. 1, p. 43-51, 2016.

GERTLER, M.; DÜRR, M.; RENNER, P.; POPPERT, S.; ASKAR, M.; BREIDENBACH, J.; FRANK, C.; PREUßELI, K.; SCHIELKE, A.; WERBER, D.; CHALMERS, R.; ROBINSON, G.; FEUERPFIL, I.; TANNICH, E.; GRÖGER, C.; STARK, K.; WILKING, H. Outbreak of *Cryptosporidium hominis* following river flooding in the city of Halle (Saale), Germany, August 2013. **BMC Infectious Diseases**, v. 15, n. 88, p. 1-10, 2015.

GIRÃO, E. S.; GIRÃO, R. N.; MEDEIROS, L. P. Prevalência de infecção e variação estacional de helmintos em bovinos no Estado do Piauí. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 8, p. 889-897, 1985.

GONGORA, A.; HERNANDEZ, A. High environmental temperatures affect reproduction in the cow. **Revista U. D. C. A Actualidad & Divulgación Científica**, v. 13, n. 2, p. 163-173, 2010.

GRISI, L.; LEITE, R. C.; MARTINS, J. R. S.; BARROS, A. T. M.; ANDREOTTI, R.; CANÇADO, P. H. D.; LEÓN, A. A. P.; PEREIRA, J. B.; VILLELA, H. S. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 23, n. 2, p. 150-156, 2014.

HAHN, G. L., PARKHURST, A. M.; GAUGHAN, J. B. Cattle respiration rate as a function of ambient temperature. **Transactions of American Society of Agricultural Engineering**, v. 40, n. 6, p. 97-121, 1997.

HANSEN, P. J. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. **Animal Reproduction Science**, v. 82-83, p. 349-360, 2004.

- HENRICKSEN, S.; POHLENZ, I. J. Staining of cryptosporidia by a modified Zielh-Neelsen technique. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 22, n. 3-4, p. 594-596, 1981.
- HOFFMAN, W. A.; PONS, J. A.; JANER, J. L. The Sedimentation-Concentration Method in *Schistosomiasis mansoni*. **Puerto Rico Journal of Public Health**, v. 9, p. 281-298, 1934.
- HÖGLUND, J.; DAHLSTRÖM, F.; SOLLENBERG, S.; HESSLE, A. Weight gain-based targeted selective treatments (TST) of gastrointestinal nematodes in first season grazing cattle. **Veterinary Parasitology**, v. 196, n. 3-4, 358-365, 2013.
- JEX, A. R.; SMITH, H. V.; MONIS, P. T.; CAMPBELL, B. E.; GASSER, R. B. *Cryptosporidium* - biotechnological advances in the detection, diagnosis and analysis of genetic variation. **Biotechnology Advances**, v. 26, n. 4, p. 304-317, 2008.
- KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. 4^a ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 1987, 612p.
- LANUSSE, C.; ALVAREZ, L.; LIFSCHITZ, A. Pharmacological knowledge and sustainable anthelmintic therapy in ruminants. **Veterinary Parasitology**, v. 204, n 1-2, p. 18-33, 2014.
- LAURENT, F.; LACROIX-LAMANDÉ, S. Innate immune responses play a key role in controlling infection of the intestinal epithelium by *Cryptosporidium*. **International Journal for Parasitology**, v. 47, n. 12, p. 711-721, 2017.
- LI, S.; LI, W.; YANG, Z.; SONG, S.; YANG, J.; GONG, P.; ZHANG, W.; LIU, K.; LI, J.; ZHANG, G.; ZHANG, X. Infection of cattle with *Cryptosporidium parvum*: mast cell accumulation in small intestine mucosa. **Veterinary Pathology**, v. 50, n. 5, p. 842-848, 2013.
- LIMA, I. A.; AZEVEDO, M.; BORGES, C. R. A.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A.; ALMEIDA, G. L. P. Thermoregulation of Girolando cows during summertime, in Pernambuco State, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 2, p. 193-199, 2013b.
- LIMA, R. C. A.; AQUINO, M. C. C.; INÁCIO, S. V.; VIOL, M. A.; ZUCATTO, A. S.; SILVEIRA NETO, L.; OLIVEIRA, B. C. M.; VASCONCELOS, E. N.; BRESCIANI, K. D. S.; OLIVEIRA, G. P.; COSTA, A. J. Caracterização molecular de *Cryptosporidium* spp. em bezerros (*Bos taurus e Bos indicus*) no município de Formiga, Minas Gerais – Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3747-3754, 2013a.
- MAÑES, A. M.; VÁZQUEZ, F. A. R. Tricostrogilidosis y otras nematodosis. In: **Parasitologia Veterinária**. 3^a ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana. 2002, p. 237-253.
- MARIANTE, A. S.; EGITO, A. A. Animal genetic resources in Brazil: result of five centuries of natural selection. **Theriogenology**, v. 57, n. 1, p. 223-235, 2002.
- MARTINS-VIEIRA, M. B. C.; BRITO, L. A. L.; HELLER, L. Oocistos de *Cryptosporidium parvum* em fezes de bezerro infectado experimentalmente. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 6, p. 1454-1458, 2009.

MATOS, L. V. S.; SILVEIRA NETO, L.; OLIVEIRA, B. C. M.; MAKATU, M. Y.; PIERUCCI, J. C.; VIOL, M. A.; GOMES, J. F.; OLIVEIRA, G. P.; WIDMER, G.; BRESCIANI, K. D. S. Molecular characterization of *Cryptosporidium* in calves from rural settlements in the Northwest region of the state of São Paulo, Brazil. **Semina-Ciências Agrárias**, v. 40, p. 491-496, 2019.

MCMANUS, C.; CASTANHEIRA, M.; PAIVA, S. R.; LOUVANDINI, H.; FIORAVANTI, M. C. S.; PALUDO, G. R.; BIANCHINI, E.; CORRÊA, P. S. Use of multivariate analyses for determining heat tolerance in Brazilian cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, n. 3, p. 623-630, 2011.

MCMANUS, C.; PRESCOTT, E.; PALUDO, G.; BIANCHINI, E.; LOUVANDINI, H.; MARIANTE, A. Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. **Livestock Science**, v. 120, n. 3, p. 256–264, 2009.

MCMANUS, C.; TEIXEIRA, R. A.; DIAS L. T.; LOUVANDINI H.; OLIVEIRA E. M. B.; Características produtivas e reprodutivas de vacas Holandesas e mestiças Holandês × Gir no Planalto Central. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p.819-823, 2008.

MENEZES, L. M.; PEDROSA, A. C.; PEDROSO, D.; FERNANDES; S. Desempenho de bovinos Nelore e cruzados Blonde d'Aquitaine x Nelore do nascimento ao desmame. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 177-184, 2013.

MOTA, M. A.; CAMPOS, A. K.; ARAÚJO, J. V. Controle biológico de helmintos parasitos de animais: estágio atual e perspectivas futuras. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 93-100, 2003.

MUÑOZ, P.; FREDES, F.; DÍAZ-LEE, A.; MERCADO, R.; OZAKI, L. S. Detección de *Cryptosporidium* spp. en terneras de lecherías de la Región Metropolitana mediante Ziehl Neelsen y confirmada por inmunocromatografía y ensayo molecular. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v. 43, n. 2, p. 111-116, 2011.

NAKAMURA, A. A.; MEIRELES, M. V. *Cryptosporidium* infections in birds – a review. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 24, n. 3, p. 253-267, 2015.

NAVARINI, F. C.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T.; TEIXEIRA, R. A.; ALMEIDA, C. P. Conforto térmico de bovinos da raça Nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 4, p. 508-517, 2009.

NEIVA, A. C. G. R.; SERENO, J. R. B.; FIORAVANTI, M. C. S.; Indicação geográfica na conservação e agregação de valor ao gado Curraleiro da comunidade kalunga. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 231, p. 357-360. 2011.

NEPOMUCENO, L. L.; LIRA, T. S.; LOPES, F. B.; LÔBO, R. B.; FERREIRA, J. L. Interação genótipo-ambiente para características sob efeito maternal na raça Nelore nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 2, p. 269-276, 2013.

NICOLAU, C. V. J.; AMARANTE, A. F. T.; ROCHA, G. P.; GODOY, W. A. C. Relação entre desempenho e infecções por nematódeos gastrintestinais em bovinos Nelore em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, n. 4, p. 351-357, 2002.

OKHUYSEN, P. C.; CHAPPELL, C. L.; CRABB, J. H.; STERLING, C. R.; DUPONT, H.L. Virulence of three distinct *Cryptosporidium parvum* isolates for healthy adults. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 180, n. 4, p. 1275-1281, 1999.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F.; SOUZA, S. R. L.; LIMA, K. A. O.; MENDES, A. S. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1492-1498, 2009.

QUIROZ, H. **Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos**. 3 ed. Editorial Limusa: México, 2002, 876 p.

RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C.; HINCHCLIFF, K. W. Doenças causadas pelos protozoários. In: **Clínica veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. cap. 25, p. 1176-1180.

REECE, W. O.; ERICKSON, H. H.; GOFF, J. P.; UEMURA, E. E. **Dukes' Physiology of Domestic Animals**. 13th ed. Wiley-Blackwell: Oxford UK, 2015. 760p.

REISEN, W. R. Landscape epidemiology of vector-borne diseases. **Annual Review of Entomology**, v. 55, p. 461-483, 2010.

RITCHIE, L. S. An ether sedimentation technique for routine stool examinations. **Bulletin United States Army Medical Department**, v. 8, n. 4, p. 326, 1948.

ROBERTS, F. H. S.; O'SULLIVAN, S. P. Methods for eggs count and larval cultures for strongyles infesting the gastrintestinal tract of cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 1, n. 1, p. 99-102, 1950.

ROCHA, R. A.; BRESCIANI, K. D. S.; BARROS, T. F. M.; FERNANDES, L. H.; SILVA, M. B.; AMARANTE, A. F. T. Sheep and cattle grazing alternately: Nematode parasitism and pasture decontamination. **Small Ruminant Research**, v. 75, n. 2-3, p. 135-143, 2008.

ROSO, V. M.; FRIES, L. A. Avaliação das heteroses materna e individual sobre o ganho de peso do nascimento ao desmame em bovinos Angus x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 732-737, 2000.

RUAS, J. R. M.; SILVA, E. A.; QUEIROZ, D. S.; PEREIRA, M. E. G.; SOARES JÚNIOR, J. A. G. G.; SANTOS, M. D.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; COSTA, M. D. Características produtivas da lactação de quatro grupos genéticos F1 Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 21, n. 1, p. 33-37, 2014.

- SANIN, Y. L.; CABRERA, A. M. Z.; MORALES, A. M. T. Adaptive responses to thermal stress in mammals. **Revista de Medicina Veterinaria**, v. 10, n. 31; p. 121-135, 2016.
- SANTOS, R. O.; OLIVEIRA, M. R. A.; LUZ, C. S. M.; ABREU, B. S.; SOUSA JÚNIOR, S. C.; SANTOS, K. R. Occurrence of protozoan from the genus *Cryptosporidium* spp. In cattle raised in properties of the rural zone in the county of Bom Jesus, Piauí. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 4, p. 346-351, 2016.
- SANTOS, T. R.; LOPES, W. D. Z.; BUZULINI, C.; BORGES, F. A.; SAKAMOTO, C. A. M.; LIMA, R. C. A.; LOIVEIRA, G. P.; COSTA, A. J. Helminth fauna of bovines from Central-Western Region, Minas Gerais State, Brazil. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p. 934-938, 2010.
- SERRANO, G. M. S.; EGITO, A. A.; MCMANUS, C.; MARIANTE, A. S. Genetic population structure of Brazilian bovine Breeds inferred by RAPD markers. **Archivos de Zootecnia**, v. 54, n. 206-207, p. 409-414, 2005.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, n. 1-2, p. 1-18, 2000.
- SILVA, J. B.; RANGEL, C. P.; FONSECA, A. H.; SOARS, J. P. G. Gastrointestinal helminths in calves and cows in an organic milk production system. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 21, n. 2, p. 87-91, 2012.
- SILVA, R. G.; MORAIS, D. A. E. F.; GUILHERMINO, M. M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1192-1198, 2007.
- SILVERLÅS, C.; DE VERDIER, K.; EMANUELSON, U.; MATTSSON, J. G.; BJÖRKMAN, C. *Cryptosporidium* infection in herds with and without calf diarrhoeal problems. **Parasitology Research**, v. 107, n. 6, p. 1435-1444, 2010.
- SOLLECITO, N. V.; ANDRADE, V. J.; BARBOSA, F. A.; LOBO, C. F.; AZEVEDO, H. O.; GUIMARAES, P. H. S. Taxa de fertilidade de novilhas de diferentes grupos genéticos com primeiro serviço aos 14 meses de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 2, p. 361-368, 2016.
- SONSTERGARD, T. S.; GASBARRE, L. C. Genomic tools to improve parasite resistance. **Veterinary Parasitology**, v. 101, n. 3-4 p. 387-403, 2001.
- SOUTELLO, R. G. V.; SENO, M. C. Z.; AMARANTE, A. F. T. Anthelmintic resistance in cattle nematodes in northwestern São Paulo State, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 148, n. 3-4, p. 360-364, 2007.
- SOUZA, E. J. O.; VALADARES FILHO, S. C.; GUIM, A.; VALADARES, R. F. D.; PAULINO, P. V. R.; FERREIRA, M. A.; TORRES, T. R.; LAGE, J. F. Taxa de deposição de tecidos corporais de novilhas Nelore e suas cruzas com Angus e Simental. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 13, n. 2, p. 344-359, 2012.

STÖBER, M. Identificação, anamnese, regras básicas da técnica do exame clínico geral, In: DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H. D.; STÖBER, M. **Exame clínico dos bovinos**. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 419p.

TAYLOR, M. A., COOP, R. L., WALL, R. L. **Veterinary Parasitology**. 3ª ed. Blackwell Publishing: Oxford, 2007. 874p.

TEIXEIRA, H. C. A.; BARBOSA, E. A.; SOUTO, P. L. G.; MARIANTE, A. S.; RAMOS, A. F. Postpartum hormone and energy profiles and their influence on the resumption of ovarian cyclicity in Curraleiro Pé-Duro cows. **Theriogenology**, v. 95, p. 133-140, 2017.

TEIXEIRA, R. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; ALENCAR, M. M.; DIAS, L. T. Interação genótipo-ambiente em cruzamentos de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1677-1683, 2006.

THOMPSON, R. C. A.; ASH, A. Molecular epidemiology of *Giardia* and *Cryptosporidium* infections. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 40, p. 315-323, 2016.

THOMPSON, R. C. A.; PALMER, C. P.; O'HANDLEY, R. The public health and clinical significance of *Giardia* and *Cryptosporidium* in domestic animals. **The Veterinary Journal**, v. 177, n. 1, p. 18-25, 2008.

TORRES, S.E.F.A., MCMANUS, C., AMARANTE, A.F.T., VERDOLIN, V., LOUVANDINI, H. Nematódeos de ruminantes em pastagens com diferentes sistemas de pastejo com ovinos e bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 9, p. 1191-1197, 2009.

TORTORELLA, R. D.; MODESTO, M. R.; NEVES, J. P.; RAMOS, A. F. Development of fixed-time artificial insemination protocols for locally adapted Curraleiro Pé-Duro cows. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 5, p. 1159-1167, 2016.

TYZZER, E. E. A Sporozoan found in the peptic glands of the common mouse. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, v. 5, n. 1, p. 12-13, 1907.

VAN DIJK, J.; DE LOUW, M. D. E.; KALIS, L. P. A.; MORGAN, E. R. Ultraviolet light increases mortality of nematode larvae and can explain patterns of larval availability at pasture. **International Journal for Parasitology**, v. 39, N. 10, P. 1151-1156, 2009.

VAN DIJK, J.; MORGAN, E. R. The influence of water on the migration of infective trichostrongyloid larvae onto grass. **Parasitology**, v. 138, n. 6, p.780-788, 2011.

VERCRUYSSSE, J.; JACKSON, F.; BESIER, B.; POMROY, B. Novel solutions for the sustainable control of nematodes in ruminants (PARASOL). **Veterinary Parasitology**, v. 164, n. 1, p. 1-2. 2009.

VIANA, R. B.; BISPO, J. P. B.; ARAÚJO, C. V. DE; BENIGNO, R. N. M.; MONTEIRO, B. M.; GENNARI, S. M. Dinâmica da eliminação de ovos por nematódeos gastrintestinais, durante o parto de vacas de corte, no Estado do Pará. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, n. 4, p. 49-52, 2009.

WANG, T.; WYK, J. A. V.; MORRISON, A.; MORGAN, E.R. Moisture requirements for the migration of *Haemonchus contortus* third stage larvae out of faeces. **Veterinary Parasitology**, v. 204, n. 3-4, p. 258-264, 2014.

XIAO, L.; FAYER, R.; RYAN, U.; UPTON, S. J. *Cryptosporidium* taxonomy: recent advances and implications for public health. **Clinical Microbiology Reviews**. v. 17, n. 1, p. 72-97, 2004.

4. CAPÍTULO I:

Normas da **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** ISSN: 1984-2961 (on-line)
Qualis B1 (Zootecnia)

Ocorrência de *Cryptosporidium* spp. e nematódeos gastrintestinais em cinco grupos genéticos de bovinos de corte no cerrado Maranhense

Ocorrência de *Cryptosporidium* spp. e nematódeos gastrintestinais em cinco grupos genéticos de bovinos de corte no cerrado Maranhense

Carlos Syllas Monteiro Luz¹, Geraldo Magela Côrtes Carvalho², Karina Rodrigues dos Santos¹, Severino Cavalcante de Sousa Júnior¹

¹Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí - UFPI, Teresina, Piauí, Brasil

²Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí, Brasil

Resumo

Este trabalho é inédito no cerrado Maranhense com objetivo foi investigar a ocorrência oocistos de *Cryptosporidium* spp. e ovos de nematódeos gastrintestinais em 51 bovinos de 12 a 24 meses, pertencentes aos grupos genéticos: Curraleiro Pé-duro (CPD), Nelore, F1 (Nelore x CPD), F1 (Nelore x Angus) e F2 (CPD x Nelore x Senepol) de uma propriedade do cerrado Maranhense. Determinou-se o volume globular (VG), contagem de ovos por grama de fezes (OPG) e a coprocultura. Para identificação dos oocistos de *Cryptosporidium* spp. foi adotada as técnicas de Ritchie e Ziehl-Neelsen e morfométrica dos oocistos. Foram identificados 23 animais (40,10%) com oocistos de *Cryptosporidium* spp. dos 51 bovinos, mas não foi observado variação ($p>0,05$) de peso dos animais parasitados e não parasitados. Dos animais estudados 38 (74,51%) estavam liberando ovos de nematódeos nas fezes, sendo identificado os gêneros: *Haemonchus* spp. (86,42%), *Trichostrongylus* spp. (8,82%) e *Oesophagostomum* spp. (4,76%). O VG de todos os grupos estava dentro dos parâmetros normais. A maior quantidade de oocistos foi registrada nas fezes de consistência pastosa. Foi constatado a ocorrência de *Cryptosporidium* spp. e nematódeos em todos os bovinos, contudo o F2 (CPD x Nelore x Senepol) apresentou melhor ganho de peso.

Palavras-chave: Criptosporidiose, OPG, Curraleiro Pé-duro, ganho de peso.

Abstract

This work is unpublished in the cerrado Maranhense aiming to investigate the occurrence oocysts of *Cryptosporidium* spp. and gastrointestinal nematode eggs in 51 bovines aged 12 to 24 months, belonging to the genetic groups: Curraleiro Pe-duro (CPD), Nelore, F1 (Nelore x CPD), F1 (Nelore x Angus) and F2 (CPD x Nelore x Senepol) of a property of the cerrado Maranhense. Was determined the globular volume (GV), count of eggs per gram of faeces (OPG) and coproculture. For identification of oocysts of *Cryptosporidium* spp. were adopted the techniques of Ritchie and Ziehl-Neelsen and morphometric of the oocysts. Have been identified 23 animals (40.10%) with *Cryptosporidium* spp. oocysts were identified of the 51bovines, but no variation ($p>0.05$) in weight of parasitized and

*Autor correspondente: Carlos Syllas Monteiro Luz. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí - UFPI, Rua Nilo Peçanha, 1221, Triunfo, CEP 64022-112, Teresina, PI, Brasil.

non-parasitized animals was observed. Of the studied animals 38 (74.51%) were releasing nematode eggs in the faeces, being identified the genera: *Haemonchus* spp. (86.42%), *Trichostrongylus* spp. (8.82%) and *Oesophagostomum* spp. (4.76%). The GV of all groups was within the normal range. The largest amount of oocysts was recorded in faeces with pasty consistency. The occurrence of *Cryptosporidium* spp. and nematodes in all bovines, but F2 (CPD x Nelore x Senepol) presented better weight gain.

Key words: Cryptosporidiosis, OPG, Curraleiro Pe-duro, Weight gain.

Introdução

O estudo sobre criptosporidiose é inédito no cerrado Maranhense, é uma doença causada pela infecção do protozoário do gênero *Cryptosporidium* spp., que causa inflamação e atrofia das vilosidades intestinais proporcionando perda da superfície de absorção, que leva ao desequilíbrio no transporte de nutrientes e perda de peso, comprometendo a produtividade animal (THOMPSON et al., 2008; LI et al., 2013; AYELE; SEYOUM; LETA, 2018). A transmissão de oocistos desses patógenos é possível pela via fecal-oral, por meio da ingestão de alimentos contaminados ou transmissão pela água (BALDURSSON e KARANIS, 2011; GALLAS-LINDEMANN et al., 2016; SANTOS et al., 2016; GIBSON e STRIEPEN, 2018).

As ocorrências de infecções parasitárias em bovinos são favorecidas pela predominância de clima tropical e subtropical em várias regiões do Brasil (VIANA et al., 2009; GRISI et al., 2014). A maioria dos bovinos são criados em sistemas de criação extensivo, e com isso estão expostos a uma ampla gama de agentes etiológicos causadores de enfermidades, dentre elas, a criptosporidiose e nematodíases. O controle destas infecções é de grande importância para o desenvolvimento dos sistemas de produção de bovinos (CEZAR; CATTO; BIANCHIN, 2008).

O estudo sobre criptosporidiose se torna bastante necessário devido ao potencial zoonótico dos oocistos de *Cryptosporidium* spp. (GERTLER et al., 2015; YANG et al., 2015; ABREU et al., 2019). Almeida et al. (2013) identificaram amostras de esterco contaminado em oito hortas, sendo 24 (53,3%) eram positivas das 45 amostras, podendo contaminar os vegetais que são produzidos nas hortas urbanas.

As nematodíases apresentam um desafio para a saúde e a produtividade dos bovinos principalmente na criação a pasto, o que representa uma ameaça significativa para a sustentabilidade da produção pecuária (BECK et al., 2015). A infecção causa alterações digestórias, tais como retardo no crescimento e ganho de peso, disfunção intestinal, disenteria, anorexia e anemia (MORGAN et al., 2013; PARRA et al., 2014).

Neste sentido, a utilização de cruzamentos para explorar a heterose é uma forma de obter animais com maior capacidade de resistência aos parasitos (SOLLECITO et al., 2016). Sonstergard e Gasbarre (2001) observaram que a herdabilidade para contagem de ovos por grama de fezes variava entre 0,3 e 0,4 indicando que o aumento da resistência pode ser obtido por meio de seleção genética. Com isso, objetivou-se com este estudo identificar oocistos de *Cryptosporidium* spp. e os principais gêneros de nematódeos gastrintestinais em cinco grupos genéticos de bovinos de corte e relacionar a presença destes parasitos com os fatores: ganho de peso, volume globular e consistência das fezes.

Material e métodos

Aspectos éticos, área de estudo e delineamento experimental

O experimento foi aprovado pela Comissão de ética no uso de animais (CEUA) da Universidade Federal do Piauí, com o número de protocolo 260/16.

O estudo foi realizado na fazenda agropecuária Santa Luzia, situada a 524 metros de altitude com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 06° 49' 24" Sul, Longitude: 45° 24' 43" Oeste, no município de São Raimundo das Mangabeiras - MA, região Nordeste, bioma cerrado, o clima é AW, Tropical úmido e seco (classificação Köppen), com predominância de chuvas nos meses de janeiro a abril. A temperatura média anual oscila em torno de 28 °C (SANTOS et al., 2010).

Foi adotado delineamento inteiramente ao acaso para avaliação de cinco grupos genéticos, sendo estudado ao todo 51 bovinos machos inteiros de 12 a 24 meses de idade, pertencentes a Embrapa Meio-Norte, com os seguintes grupos genéticos: 13 da raça Curraleiro Pé-duro (CPD), cinco da raça Nelore, 12 bovinos F1 ($\frac{1}{2}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ CPD), sete bovinos F1 ($\frac{1}{2}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ Angus) e 14 bovinos F2 ($\frac{1}{4}$ CPD x $\frac{1}{4}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ Senepol).

Os animais foram submetidos ao sistema de criação extensivo com pastagens nativas e plantas típicas do cerrado, sem suplementação mineral, em uma área de 300 hectares, com água do ecossistema *ad libitum*, sem vermifugação contra anti-helmínticos. Todas as coletas foram realizadas nos meses de setembro e dezembro de 2016 e fevereiro e maio de 2017, perfazendo 204 amostras, antes de cada coleta os animais eram submetidos a um jejum de 12 horas para evitar *outliers* no peso, em seguida conduzidos ao tronco de contenção que continha uma balança eletrônica para aferir os pesos e posterior cálculo do ganho de peso (GP).

Coleta de sangue, fezes e análise parasitológica

Para o volume globular (VG) foram coletados 4 mL de sangue venoso por venopunção jugular em tubos vacutainer contendo anticoagulante EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) por meio do método microhematócrito (GOLDENFARB et al., 1971). Com relação aos exames parasitológicos, foram coletados 10g de fezes na ampola retal de cada animal e em seguida acondicionado em recipiente térmico com gelo para conservação do material e posteriores análises.

As análises parasitológicas foram realizadas no Laboratório de sanidade animal da Embrapa Meio-norte, Teresina, Piauí. Para a concentração dos oocistos de *Cryptosporidium* spp. foi adotada a técnica de formol-éter desenvolvida por Ritchie (1948) e o método de coloração com fucsina carbólica de Ziehl-Neelsen (HENRICKSEN e POHLENZ, 1981), conforme trabalho de realizado por Almeida et al. (2013).

Paralelamente foi realizada a contagem de ovos por grama de fezes (OPG), conforme a técnica de Gordon e Whitlock (1939) e a técnica de coprocultura das larvas infectantes adotando-se o método de Roberts e O'Sullivan (1950), e para identificação do gênero dos nematódeos, o método de Hoffman (1934).

Análise morfológica dos oocistos *Cryptosporidium* spp.

Foi utilizado um microscópio óptico de luz branca em objetiva de 100x sob imersão (SANTOS et al., 2016; ABREU et al., 2019). Após identificação dos oocistos foi acoplado ao tubo do microscópio uma câmera digital AmScope® MU1400-CK para efetuar a análise morfométrica com mensuração do diâmetro de 50 oocistos identificados em 40 campos das lâminas positivas.

Análise estatística

Foi realizado análise quantitativa, adotando-se a programação de análises de variância para avaliar as interações, via proc GLM e o teste de Tukey à 5% probabilidade para comparação de médias e verificação das significâncias em uma análise univariada. Análise qualitativa, foi utilizado o proc Npar1way para consistência das fezes com significância determinada pelo teste Qui-quadrado (χ^2) com nível de significância de 5% de probabilidade com o auxílio do pacote estatístico SAS, (2003) versão 9.2.2.

Resultados e discussões

Dos 51 bovinos estudados 23 (40,10%) estavam parasitados por oocisto de *Cryptosporidium* spp. (Tabela 1). Todos os grupos genéticos apresentaram incidência de

criptosporidiose, tornando evidente que este protozoário pode infectar diferentes subespécies e cruzamentos de bovinos de corte.

Os resultados encontrados foram superiores aos registrado na literatura. Silva Júnior et al. (2011) identificaram 77 amostras positivas (21,62%) de 356 bovinos com até 12 meses de idade. Lima et al. (2013) obtiveram 16 amostras positivas (5,3%) de 300 bezerros de 15 dias a 12 meses de idade, sendo 100 holandeses, 100 Nelores e 100 sem padrão racial definido (SPRD) no Município de Formiga, Minas Gerais. Matos et al. (2019) examinaram 231 bovinos de um a seis meses de idade, sendo 131 mestiços e 100 da raça Holandesa, dos quais 17 (7,36%) foram positivos.

Tabela 1. Grupos genéticos de bovinos, número de amostras contendo oocistos de *Cryptosporidium* spp. com relação ao ganho e peso (GP) dos animais criados no município de São Raimundo das Mangabeiras – Maranhão

Grupos Genéticos	Animais (n)	<i>Cryptosporidium</i> spp.		GP
		ocorrência	%	
CPD	13	06 ^a	46,15	64,89 ^{ab}
Nelore	05	03 ^a	60,00	56,77 ^{bc}
F1 (Nelore x CPD)	12	02 ^a	16,66	56,78 ^{bc}
F1 (Nelore x Angus)	07	04 ^a	57,14	48,68 ^c
F2 (CPD x Nelore x Senepol)	14	08 ^a	57,14	70,27 ^a
Total	51	23	45,09	59,47
<i>p-value</i>	-	0,3878	-	<,0001

Curraleiro Pé-duro (CPD). Medias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste Tukey ao nível de 5 % de significância.

Pesquisadores relatam que a prevalência de criptosporidiose varia de 6,25 a 39,65% em bovinos de diferentes partes do mundo, sendo capaz de sobreviver a longos períodos em sedimentos de água do rio (GERTLER et al., 2015; AYELE; SEYOUM; LETA, 2018). Sendo esse um motivo para mais estudos para obtenção de formas de tratamento ou estratégia de manejo sanitário que reduzam a contaminação nos sistemas de produção, além do seu potencial zoonótico.

Na Etiópia, onde mais de 50 milhões de bovinos são criados em várias zonas agroecológicas, alguns trabalhos de pesquisa foram realizados sobre criptosporidiose bovina em partes centrais do país, e os pesquisadores relataram que de um total de 384

amostras de fezes de bovinos examinadas, 30 (7,8%) continham oocistos de *Cryptosporidium* spp. (WEGAYEHU; ADAMU; PETROS, 2013).

Para as condições deste estudo não foi observado variação ($p>0,05$) de peso dos animais parasitados e não parasitados dentro do mesmo grupo genético. Foi observado que os animais F2 (CPD x Nelore x Senepol) apresentaram maior ganho de peso em valor absoluto, mostrando esse grupo genético como opção para produção de carne.

A análise morfológica dos oocistos de *Cryptosporidium* spp. da raça Curraleiro Pé-duro apresentou medidas de 5,19 a 7,20 μm de diâmetro; na raça Nelore os diâmetros dos oocistos foram de 5,00 a 7,72 μm ; no F1 (Nelore x CPD) os oocistos apresentaram diâmetros de 5,49 a 6,09 μm ; os oocistos recuperados das fezes dos animais F1 (Nelore x Angus) foram 5,47 a 6,73 μm e os animais F2 (CPD x Nelore x Senepol) apresentaram oocistos com diâmetro de 5,10 a 6,93 μm (Figura 1). As variações no diâmetro dos oocistos são possivelmente devido a morfologia do próprio parasito.

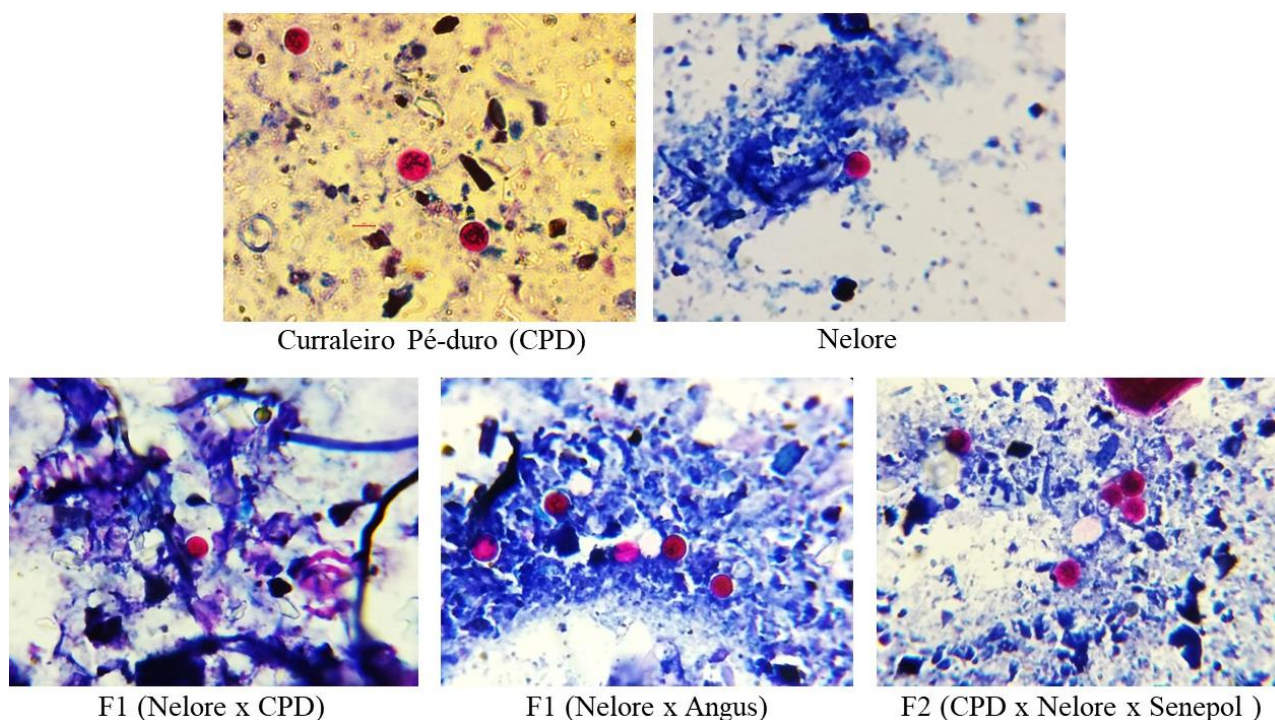


Figura 1. Análise morfológica dos oocistos de *Cryptosporidium* spp. por meio da técnica de Ritchie e Ziehl-Neelsen em diferentes grupos genéticos de bovinos de corte.

Analisando-se a morfologia dos oocistos de *Cryptosporidium* spp., foi observado variações e semelhanças no diâmetro dentro de cada grupo genético dos bovinos. Devido a isso, não foi possível a identificação das espécies por meio da morfometria. Enemark et

al. (2002), encontraram medidas de oocistos de *Cryptosporidium* spp. que variavam de 6,5-8,0 µm em bovinos. A variação no diâmetro dos oocistos sugere a existência de diferentes espécies de *Cryptosporidium* presente nos animais analisados neste estudo. Silverlås et al. (2010) consideraram oocisto de *C. parvum* com 5,0 µm e *C. andersoni* com 5,0-7,5 µm e Teixeira et al. (2008) observaram medidas de 2 a 12 µm.

Analisando a consistência das fezes não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre a presença e ausência de oocistos de *Cryptosporidium* spp. (Tabela 2), isso possivelmente devido a criptosporidiose está em baixa prevalência, que pode ser explicado por aquisição de resistência dos animais ao chegarem na idade adulta. A manifestação dos sintomas da criptosporidiose podem ser atribuídos à idade, nutrição e estado imunológico dos animais, no qual os mais novos são mais susceptíveis (NASIR et al., 2009; LI et al., 2013), sendo a diarreia um dos sintomas.

Tabela 2. Grupos genéticos de bovinos, porcentagem de amostras com presença e ausência de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e a relação com a consistência das fezes (normal, pastosa e diarreica) dos animais, pertencentes ao município de São Raimundo das Mangabeiras - Maranhão

Grupos Genéticos	Normal ^{ns}		Pastosa ^{ns}		Diarreica ^{ns}	
	Presença de oocistos (%)	Ausência de oocistos	Presença de oocistos (%)	Ausência de oocistos	Presença de oocistos (%)	Ausência de oocistos
CPD	2 (16,67)	14	4 (17,40)	29	0	3
Nelore	1 (33,33)	4	2 (18,18)	12	0	1
F1 (Nelore x CPD)	1 (8,33)	13	1 (3,70)	31	0	2
F1 (Nelore x Angus)	1 (100)	2	3 (17,64)	22	0	0
F2 (CPD x Nelore x Senepol)	1 (7,70)	15	7 (25,92)	30	0	3
Total	6 (14,63)	48	17 (16,20)	124	0	9

ns – não significativo na coluna pelo teste χ^2 a 5% de probabilidade.

Para as condições deste trabalho o diagnóstico de diarreia não foi um indicativo de presença de oocistos *Cryptosporidium* spp., resultados semelhantes foram encontrados por Silverlås et al. (2010) sendo observado que os oocisto de *C. ryanae* e *C. andersoni* só foram detectados em amostras não-diarreicas, ao passo que outras espécies desse gênero foram detectadas em ambas as amostras diarreicas e não-diarreicas. A resistência à

infecção poderia ser desenvolvida com a idade devido ao desenvolvimento imunológico ao longo do tempo (KVAC; KOUBA; VITOVEC, 2006).

A maior quantidade de oocistos foi registrada nas fezes de consistência pastosa. Foi observado que a presença de fezes diarreicas, possivelmente em função da ação de outros patógenos e pela reação dos animais ao ato de contensão para coleta de dados. Feitosa et al. (2008), avaliaram 57 animais positivos, desse total 73,7% dos bovinos não apresentaram sintomatologia da doença.

Os resultados do OPG demonstraram que durante o período avaliado, os bovinos foram acometidos por diferentes nematódeos gastrintestinais, 74,51% estavam liberando ovos de nematódeos nas fezes (Tabela 3), com média geral de 185,52, inferior aos resultados obtidos por Viana et al. (2009) estudaram 63 vacas criadas no Nordeste Paraense em pastagens de *Brachiaria brizantha* e *humidicula*, em pastejo rotacionado, recebendo *ad libitum* água e suplementação mineral, sem administração de anti-helmínticos, obtiveram média de OPG $31,1 \pm 68,0$.

Nicolau et al. (2002) obtiveram média de 378,6 em machos inteiros da raça Nelore. Catto et al. (2009) que realizaram um experimento no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Embrapa, Mato Grosso do Sul, e obtiveram resultados de OPG com média de 230 para os 10 bovinos cruzados (*Bos taurus* × *Bos indicus*).

Tabela 3. Grupos genéticos de bovinos e número de amostras contendo ovos de nematódeos gastrintestinais e relação com volume globular dos animais criados no município de São Raimundo das Mangabeiras - Maranhão

Grupos Genéticos	Animais (n)	OPG			VG
		Animais parasitados (%)	Média	Valor Mínimo - máximo	
CPD	13	9 (69)	140,62 ^a	0 - 1000	36,51 ^b
Nelore	5	5 (100)	214,00 ^a	0 - 700	36,29 ^b
F1 (Nelore x CPD)	12	12 (100)	274,20 ^a	0 - 1300	37,27 ^{ab}
F1 (Nelore x Angus)	7	3 (42,85)	166,66 ^a	0 - 450	38,40 ^a
F2 (CPD x Nelore x Senepol)	14	9 (64,28)	132,14 ^a	0 - 350	36,20 ^b
Total	51	38 (74,51)	185,52	0 - 1300	36,93
<i>p-value</i>	-	-	0,1110	-	0,0307

Curraleiro Pé-duro (CPD); Ovos por grama de fezes (OPG); volume globular (VG). Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste Tukey ao nível de 5 % de significância.

Durante o experimento apenas dois animais apresentaram OPG acima de 1000, um da raça CPD e um do cruzamento F1 (Nelore x CPD). O CPD mesmo apresentando porte menor em relação ao comprimento do corpo e altura, não sofreu alterações no ganho de peso comparado aos grupos genéticos estudados (Tabela 01), isso em função da sua capacidade de adaptação ao clima, vegetação do cerrado e resistência aos parasitos, refletindo na produtividade (FIORAVANTI et al., 2011; CARVALHO et al., 2017).

Para as condições deste estudo, nenhuma das infecções parasitárias por nematódeos gastrintestinais ou *Cryptosporidium* spp. alteraram o VG dos animais estudados (Tabela 2), observou-se que o VG se apresentou dentro dos valores normais de referência (24-46%) para bovinos (MAHAFFEY, 2003). Nicolau et al. (2002) avaliou 28 machos inteiros da raça Nelore, e obteve valores de VG que variaram de 33,1 a 37,6%. Silva et al. (2005) encontrou valor médio de 32,61% para machos da raça Sindi, sendo considerado valores normais para bovinos.

Tanto neste estudo como em outros aqui citados, mostram que o gênero *Haemonchus* spp. foi predominante (Tabela 04). Nas coproculturas foram obtidas variações para os gêneros: *Haemonchus* spp. (86,42%), *Trichostrongylus* spp. (8,82%) e *Oesophagostomum* spp. (4,76%). Foi observado que o CPD apresentou apenas larvas de *Haemonchus* spp. Resultado semelhante foi encontrado por Girão; Girão; Medeiros (1985) trabalhando com 50 bovinos azebuados criados extensivamente no Piauí, foi observado a prevalência de larvas infectantes de *Haemonchus* spp. (48%), *Trichostrongylus* spp. (10%), *Oesophagostomum* spp. (12%).

Tabela 4. Grupos genéticos de bovinos e os gêneros de nematódeos gastrintestinais dos animais criados no município de São Raimundo das Mangabeiras – Maranhão

Grupos Genéticos	<i>Haemonchus</i> spp. %	<i>Trichostrongylus</i> spp. %	<i>Oesophagostomum</i> spp. %
CPD	100	0	0
Nelore	76,22	15,28	8,5
F1 (Nelore x CPD)	90	5	5
F1 (Nelore x Angus)	77,81	15,28	6,91
F2 (CPD x Nelore x Senepol)	88,08	8,52	3,41
Média	86,42	8,82	4,76

Curraleiro Pé-duro (CPD).

Oliveira et al. (2009) estudaram a resistência à infecção natural por nematódeos gastrintestinais em 67 bovinos da raça Nelore e mestiços $\frac{1}{2}$ Nelore + $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Nelore + $\frac{1}{2}$ Senepol e não encontraram diferenças entre os grupos, nos mesmos meses deste estudo, com valores de *Haemonchus* spp. (41,76%), *Trichostrongylus* spp. (11,56%) e *Oesophagostomum* spp. (12,78%). No Estado de Zulia, Venezuela, em condições ambientais semelhantes a este estudo, foram analisados 61 touros com as seguintes prevalências: *Haemonchus* spp. (45,9%); *Trichostrongylus* spp. (86,9%) e *Oesophagostomum* spp. (59%) (ANGULO et al., 2002).

Conclusão

Nos grupos genéticos examinados, foram constatadas as ocorrências de *Cryptosporidium* spp. e nematódeos em todos os bovinos, contudo não foi encontrado nenhuma influência no ganho de peso, devido à baixa ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e nematódeos.

Para as condições deste estudo as fezes com consistência pastosa apresentam maior ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* spp. As coproculturas indicam que o *Haemonchus* spp. é o gênero mais predominante e o volume globular estava dentro da normalidade para todos grupos genéticos.

O cruzamento F2 ($\frac{1}{4}$ Curraleiro Pé-duro x $\frac{1}{4}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ Senepol) apresentou melhor ganho de peso, sendo essa uma opção para produção de carne com qualidade em sistema extensivo no cerrado Maranhense.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PGCA) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A Embrapa Meio-Norte pelo estágio concedido, disponibilização dos animais e análise de amostras no Laboratório de Parasitologia. À Fazenda Agropecuária Santa Luzia, pela parceria na realização deste trabalho.

Referências

ABREU, B. S.; PIRES, L. C.; SANTOS, K. R.; LUZ, C. S. M.; OLIVEIRA, M. R. A.; SOUSA JÚNIOR, S. C. Occurrence of *Cryptosporidium* spp. and its association with ponderal development and diarrhea episodes in nellore mixed breed cattle. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 13, n. 1, p. 24-29, 2019.

- ALMEIDA, J. A.; LIMA, V. S.; RODRIGUES, A. B. F.; DI FILIPPO, P. A. Contaminação por *Cryptosporidium* spp. em esterco utilizado como adubo em hortas urbanas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 108, n. 585-586, p. 23-27, 2013.
- ANGULO, F.; MONTIEL, N.; SIMOES, D.; RIVERA, F.; DURÁN D. Parasitosis gastrointestinales en toros de Lúdia en la plaza de toros del Municipio Maracaibo del estado Zulia. **Revista Científica**, v. 12, n. 6, p. 721-724, 2002.
- AYELE, A.; SEYOUM, Z.; LETA, S. S. *Cryptosporidium* infection in bovine calves: prevalence and potential risk factors in northwest Ethiopia. **BMC Research Notes**, v. 11, n. 1, p. 105, 2018.
- BALDURSSON, S.; KARANIS, P. Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks – an update 2004–2010. **Water Research**. v. 45, n. 20, p. 6603-6614, 2011.
- BECK, M. A.; COLWELL, D. D.; GOATER, C. P; KIENZLE, S. W. Where's the risk? Landscape epidemiology of gastrointestinal parasitism in Alberta beef cattle. **Parasites & Vectors**, v. 8, n. 434, p. 1-13, 2015.
- BIANCHIN, I.; CATTO, B. J.; KICHEL, N. A.; TORRES, A. A.; HONER, M. R. Te effect of the control of endo and ectoparasites on weight gains in crossbred cattle (*Bos taurus taurus* × *Bos taurus indicus*) in the central region of Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v. 39, n. 4, p. 287-296, 2007.
- CARVALHO, G. M. C.; FROTA, M. N. L.; LIMA NETO, A. F.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; ARAUJO NETO, R. B.; ARAUJO, A. M.; PEREIRA, E. S.; CARNEIRO, M. S. S. Live weight, carcass, and meat evaluation of Nellore, Curraleiro Pé-Duro, and their crossbred products in Piauí State. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 6, n. 5, p. 393-399, 2017.
- CATTO, J. B.; BIANCHIN, I.; SANTURIO, M. J.; FEIJÓ, G. L. D.; KICHEL, A. N.; SILVA, J. M. Sistema de pastejo, rotenona e controle de parasitas em bovinos cruzados: efeito no ganho de peso e no parasitismo. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, n. 4, p. 37-43, 2009.
- CEZAR, A. S.; CATTO, J. B.; BIANCHIN, I. Controle alternativo de nematódeos gastrintestinais dos ruminantes: atualidade e perspectivas. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 2083-2091, 2008.
- DÍAZ-LEE, A.; MERCADO, R.; ONUOHA, E.; OZAKI, L.; MUÑOZ, P.; MUÑOZ, V.; MARTÍNEZ, F.; FREDER, F. *Cryptosporidium parvum* in diarrheic calves detected by microscopy and identified by immunochromatographic and molecular methods. **Veterinary Parasitology**, v. 176, n. (2-3), p. 139-144, 2011.
- ENEMARK, H. L.; AHRENS, P.; LOWERY, C. J.; THAMSBORG, S. M.; ENEMARK, J. M. D.; BILLE-HANSEN, V.; LIND, P. *Cryptosporidium andersoni*

from a Danish cattle herd: identification and preliminar characterization. **Veterinary Parasitology**, v. 107, n. 1-2, p. 37-49, 2002.

FEITOSA, F. L. F.; SHIMAMURA, G. M.; ROBERTO, T.; MENDES, L. C. N.; PEIRÓ, J. R.; FÉRES, F. C.; BOVINO, F.; PERRI, S. H. V.; MEIRELES, M. V. Importância de *Cryptosporidium* spp. como causa de diarreia em bezerros. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 28, p. 452-456, 2008.

FIORAVANTI, M.; JULIANO, R.; COSTA, G.; ABUD, L.; CARDOSO, V.; CARPIO, M.; COSTA, M. Conservación del bovino Curraleiro: Cuantificación del censo y caracterización de los criadores. **Animal Genetic Resources**, v. 48, p. 109-116, 2011.

GALLAS-LINDEMANN, C.; SOTIRIADOU, I.; PLUTZER, J.; NOACK, M. J.; MAHMOUDI, M. R.; KARANIS, P. *Giardia* and *Cryptosporidium* spp. dissemination during wastewater treatment and comparative detection via immunofluorescence assay (IFA), nested polymerase chain reaction (nested PCR) and loop mediated isothermal amplification (LAMP). **Acta Tropica**, v. 158, n. 1, p. 43-51, 2016.

GERTLER, M.; DÜRR, M.; RENNER, P.; POPPERT, S.; ASKAR, M.; BREIDENBACH, J.; FRANK, C.; PREUBEL, K.; SCHIELKE, A.; WERBER, D.; CHALMERS, R.; ROBINSON, G.; FEUERPFEL, I.; TANNICH, E.; GRÖGER, C.; STARK, K.; WILKING, H. Outbreak of *Cryptosporidium hominis* following river flooding in the city of Halle (Saale), Germany, August 2013. **BMC Infectious Diseases**, v. 15, n. 88, p. 1-10, 2015.

GIBSON, A. R.; STRIEPEN, B. *Cryptosporidium*. **Current Biology**, v. 28, n. 5, p. 193-194, 2018.

GOLDENFARB, P. B.; BOWYER, F. P.; HALL, E.; BROSIUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determinations. **American Journal of Clinical pathology**, v. 56, n. 1, p. 35-39, 1971.

GORDON, H. McL.; WHITLOCK, H. V. A new technique four counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of the Council for Scientific and Industrial Research**, v. 12, n. 1, p. 50-52, 1939.

GIRÃO, E. S.; GIRÃO, R. N.; MEDEIROS L. P. Prevalência de infecção e variação estacional de helmintos em bovinos no Estado do Piauí. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 8, p. 889-897, 1985.

GRISI, L.; LEITE, R. C.; MARTINS, J. R. S.; BARROS, A. T. M.; ANDREOTTI, R.; CANÇADO, P. H. D.; LEÓN, A. A. P.; PEREIRA, J. B.; VILLELA, H. S. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**. v. 23, n. 2, p. 150-156, 2014.

HENRICKSEN, S.; POHLENZ, I. J. Staining of cryptosporidia by a modified Zielh-Neelsen technique. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 22, n. 3-4, p. 594-596, 1981.

- HOFFMAN, W. A.; PONS, J. A.; JANER, J. L. The Sedimentation-Concentration Method in *Schistosomiasis mansoni*. **Puerto Rico Journal of Public Health**, v. 9, p. 281-298, 1934.
- KVAC, M.; KOUBA, M.; VITOVEC, J. Age-related and housing-dependence of *Cryptosporidium* infection of calves from dairy and beef herds in South Bohemia, Czech Republic. **Veterinary Parasitology**, v. 137, n. (3-4), p. 202-209, 2006.
- LI, S.; LI, W.; YANG, Z.; SONG, S.; YANG, J.; GONG, P.; ZHANG, W.; LIU, K.; LI, J.; ZHANG, G.; ZHANG, X. Infection of cattle with *Cryptosporidium parvum*: mast cell accumulation in small intestine mucosa. **Veterinary Pathology**, v. 50, n. 5, p. 842-848, 2013.
- LIMA, R. C. A.; AQUINO, M. C. C.; INÁCIO, S. V.; VIOL, M. A.; ZUCATTO, A. S.; SILVEIRA NETO, L.; OLIVEIRA, B. C. M.; VASCONCELOS, E. M.; BRESCIANI, K. D.; OLIVEIRA, G. P.; COSTA, A. J. Caracterização molecular de *Cryptosporidium* spp. em bezerros (*Bos taurus* e *Bos indicus*) no município de Formiga, Minas Gerais – Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3747-3754, 2013.
- MAHAFFEY, E. A. Quality control, Test validity, and reference values. In: LATIMER, K. S.; MAHAFFEY, E. A.; PRASSE, K. W. **Duncan and Prasse's veterinary laboratory medicine: clinical pathology**. 4th ed. Ames: Iowa State University Press, 2003. p. 331-342.
- MATOS, L. V. S.; SILVEIRA NETO, L.; OLIVEIRA, B. C. M.; MAKATU, M. Y.; PIERUCCI, J. C.; VIOL, M. A.; GOMES, J. F.; OLIVEIRA, G. P.; WIDMER, G.; BRESCIANI, K. D. S. Molecular characterization of *Cryptosporidium* in calves from rural settlements in the Northwest region of the state of São Paulo, Brazil. **Semina-Ciências Agrárias**, v. 40, p. 491-496, 2019.
- MORGAN, E. R.; CHARLIER, J.; HENDRICKX, G.; BIGGERI, A.; CATALAN, D.; VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G.; et al. Global change and helminth infections in grazing ruminants in Europe: impacts, trends and sustainable solutions. **Agriculture**, v. 3, n. 3, p. 484–502, 2013.
- NASIR, A.; AVAIS, M.; KHAN, M. S.; AHMAD, N. Prevalence of *Cryptosporidium parvum* Infection in Lahore (Pakistan) and its Association with Diarrhea in Dairy Calves. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 11, n. 2, p. 221-224, 2009.
- NICOLAU, C. V. J.; AMARANTE, A. F. T.; ROCHA, G. P.; GODOY, W. A. C. Relação entre desempenho e infecções por nematódeos gastrintestinais em bovinos Nelore em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, n. 4, p. 351-357, 2002.
- OLIVEIRA, M. C.; ALENCAR, M. M.; CHAGAS, A. C.; GIGLIOTI, R.; OLIVEIRA, H. N. Gastrointestinal nematode infection in beef cattle of different genetic groups in Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 166, n. 3-4, p. 249-54, 2009.

PARRA, C. L. C.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; SANGIONI, L. A.; BUZATTI, A.; PIVOTO, F. L. Soluções de alho (*Allium sativum* L.) no controle de nematódeos gastrintestinais em bovinos jovens da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3, p. 545-551, 2014.

RITCHIE, L. S. An ether sedimentation technique for routine stool examinations. **Bulletin United States Army Medical Department**, v. 8, n. 4, p. 326, 1948.

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

SANTOS, D. N.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S.; SILVA, R. A. Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.492-500, 2010

SANTOS, R. O.; OLIVEIRA, M. R. A.; LUZ, C. S. M.; ABREU, B. S.; SOUSA JÚNIOR, S. C.; SANTOS, K. R. Occurrence of protozoan from the genus *Cryptosporidium* spp. In cattle raised in properties of the rural zone in the county of Bom Jesus, Piauí. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 4, p. 346-351, 2016.

SAS. Institute SAS (Statistical Analysis System). **User's Guide**. Cary NC: SAS Institute Inc. 2003. 129 p.

SILVERLÅS, C.; VERDIER, K.; EMANUELSON, U.; MATTSSON, J. G.; BJÖRKMAN, C. *Cryptosporidium* infection in herds with and without calf diarrhoeal problems. **Parasitology Research**, v. 107, n. 6, p. 1435-1444, 2010.

SILVA JÚNIOR, F. A.; CARVALHO, A. H. O.; ROCHA, C. M. B. M.; GUIMARÃES, A. M. Fatores de risco associados à infecção por *Cryptosporidium* spp. e *Giardia duodenalis* em bovinos leiteiros na fase de cria e recria na mesorregião do Campo das Vertentes de Minas Gerais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n. 8, p. 690-696, 2011.

SILVA, R. M. N.; SOUZA, B. B.; SOUZA, A. P.; MARINHO, M. L.; TAVARES, G. P.; SILVA, E. M. N. Efeito do sexo e da idade sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de bovinos da raça Sindí no semiárido. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 193-199, 2005.

SOLLECITO, N. V.; ANDRADE, V. J.; BARBOSA, F. A.; LOBO, C. F.; AZEVEDO, H. O.; GUIMARAES, P. H. S. Taxa de fertilidade de novilhas de diferentes grupos genéticos com primeiro serviço aos 14 meses de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 2, p. 361-368, 2016.

SONSTERGARD, T. S.; GASBARRE, L. C. Genomic tools to improve parasite resistance. **Veterinary Parasitology**, v. 101, n. 3-4 p. 387-403, 2001.

TEIXEIRA, C. S.; ALMEIDA, A. J.; OLIVEIRA, F. C. R. Oocysts from *Cryptosporidium* spp. isolated from cattle: Pleomorfism in relationship to diagnosis

methodology. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 17, n. 1, p. 230-233, 2008.

THOMPSON, R. C. A.; PALMER, C. P.; O'HANDLEY, R. The public health and clinical significance of *Giardia* and *Cryptosporidium* in domestic animals. **The Veterinary Journal**, v. 177, n. 1, p. 18-25, 2008.

VIANA, R. B.; BISPO, J. P. B.; ARAÚJO, C. V. DE; BENIGNO, R. N. M.; MONTEIRO, B. M.; GENNARI, S. M. Dinâmica da eliminação de ovos por nematódeos gastrintestinais, durante o parto de vacas de corte, no Estado do Pará. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, n. 4, p. 49-52, 2009.

WEGAYEHU, T.; ADAMU, H.; PETROS, B. Prevalence of *Giardia duodenalis* and *Cryptosporidium* species infections among children and cattle in North Shewa Zone, Ethiopia. **BMC Infectious Diseases**, v. 8, n. 13, p. 419, 2013.

YANG, Z.; FU, Y.; GONG, P.; ZHENG, J.; LIU, L.; YU, Y.; LI, J.; LI, H.; YANG, J.; ZHANG, X. Bovine TLR2 and TLR4 mediate *Cryptosporidium parvum* recognition in bovine intestinal epithelial cells. **Microbial Pathogenesis**, v. 85, p. 29-34, 2015.

5. CAPÍTULO II:

Normas da **Tropical Animal Health And Production** – ISSN: 1573-7438 (on-line)

Qualis B1 (Zootecnia)

***Cryptosporidium* spp. e adaptabilidade climática de cinco grupos genéticos de bovinos de corte em período seco e chuvoso no cerrado Maranhense**

1 ***Cryptosporidium* spp. e adaptabilidade climática de cinco grupos genéticos de bovinos de corte em período**
2 **seco e chuvoso no cerrado Maranhense**

3
4 Carlos Syllas Monteiro Luz¹, Geraldo Magela Côrtes Carvalho³, Karina Rodrigues dos Santos², Severino
5 Cavalcante de Sousa Júnior²
6

7 ¹Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí - UFPI, Rua Dirce Oliveira,
8 Ininga, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil. E-mail: syllaszoot@yahoo.copm.br. (+55) 8998116-4119.

9 ²Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí - UFPI, Teresina, Piauí, Brasil

10 ³Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí, Brasil

11
12 **Resumo:**

13 Este estudo é inédito teve como objetivo de avaliar a relação da *Cryptosporidium* spp. e dos parâmetros fisiológicos
14 de 51 bovinos machos inteiros de 12 a 24 meses, Nelore, Curraleiro Pé-duro (CPD), F1 (½ Nelore x ½ Angus), F1
15 (½ Nelore x ½ CPD) e F2 (¼ CPD x ¼ Nelore x ½ Senepol) com as variáveis climáticas em período seco e chuvoso
16 no município de São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão. Os oocistos de *Cryptosporidium* spp. foram
17 identificados adotando as técnicas de Ritchie e Ziehl-Neelsen. Foram aferidos: frequência respiratória (FR),
18 temperatura retal (TR), frequência cardíaca (FC), determinado o ganho de peso (GP), variáveis climáticas e
19 calculado o índice de temperatura globo e umidade (ITGU). A ocorrência de criptosporidiose foi de 40,10%
20 (23/51), não foi observado influência da doença nos parâmetros fisiológicos e no GP. Não houve variação de
21 ocorrência de oocisto de *Cryptosporidium* spp. entre os períodos para grupos genéticos, contudo a maior liberação
22 de oocistos foi observada no mês de fevereiro com menor temperatura (28 C°) e maior umidade (72,08). Para
23 ambos os períodos o ITGU estava acima da faixa normal para bovinos. A TR não variou entre os períodos e grupos
24 genéticos, mas a FR foi maior no período seco. A FC foi influenciada pela variação climática e pelo grupo genético,
25 sendo observado que 86% dos bovinos estavam com a FC acima dos valores normais. A criptosporidiose não
26 afetou os parâmetros fisiológicos. Os bovinos apresentam adaptabilidade ao clima tropical do cerrado Maranhense.

27
28 **Palavras-chave:** *Cryptosporidium* spp., parâmetros fisiológicos, Curraleiro Pé-duro, Variáveis climáticas.

29
30

31 Abstract:

32 This unpublished study aimed to evaluate the relationship of *Cryptosporidium* spp. and the physiological
33 parameters of 51 whole male bovines of 12 to 24 months old, Nelore, Curraleiro Pé-duro (CPD), F1 (½ Nelore x
34 ½ Angus), F1 (½ Nelore x ½ CPD) and F2 (¼ CPD x ¼ Nelore x ½ Senepol) with climatic variables in dry and
35 rainy season in the municipality of São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão. The oocysts of *Cryptosporidium*
36 spp. were identified using the techniques of Ritchie and Ziehl-Neelsen. The respiratory rate (RR), rectal
37 temperature (RT), heart rate (HR), weight gain (WG), climatic variables and calculated the Globe and Humidity
38 Temperature Index (BGHI). The occurrence of cryptosporidiosis was 40.10% (23/51), no influence of the disease
39 was observed on the physiological parameters and WG. There was no variation of oocyst occurrence of
40 *Cryptosporidium* spp. between the periods for genetic groups, however, the highest release of oocysts was
41 observed in February with lower temperature (28 C°) and higher humidity (72,08%). For both periods the BGHI
42 was above the normal range for cattle. RT did not vary between periods and genetic groups, but HR was higher in
43 the dry period. HR was influenced by climatic variation and by the genetic group, and 86% of the cattle had HR
44 above their normal values. Cryptosporidiosis did not affect physiological parameters. The cattle are adaptable to
45 the tropical climate of the cerrado maranhense.

46 **Key words:** Cryptosporidiosis, Physiological parameters, Curraleiro Pe-duro, Climatic variables.

47

48 Introdução

49 A criptosporidiose é uma doença pouco estudada na Região Nordeste do Brasil, causada pela infecção de
50 oocistos do protozoário *Cryptosporidium* spp. por via fecal-oral que se desenvolvem nas microvilosidades das
51 células epiteliais do trato gastrintestinal, onde completa o seu ciclo de vida (Gallas-Lindemann et al., 2016; Laurent
52 e Lacroix-Lamandé, 2017). Os sinais clínicos descritos nos animais parasitados são: diarreia, desequilíbrio no
53 transporte de nutrientes, desidratação, dores abdominais, perda de peso e retardo no crescimento (Li et al., 2013;
54 Santos et al., 2016). No entanto, muitos animais são assintomáticos (Lima et al., 2013a) e tem como principais
55 fontes de infecção o contato com fezes, água, alimentos e animais contaminadas (Gertler et al., 2015; Matos et al.,
56 2019).

57 A produção de bovinos de corte no Nordeste brasileiro está diretamente relacionada com a adaptabilidade dos
58 animais as condições ambientais, como as altas temperaturas e resistência a parasitos que influenciam na expressão
59 do potencial produtivo dos bovinos (Mcmanus et al., 2009; Beck et al., 2015). Dentre as parasitoses, o protozoário
60 do gênero *Cryptosporidium* spp. é um potencial causador de prejuízos para produção de bovinos por causar

61 diminuição do ganho de peso, influenciando o desenvolvimento ponderal (Abreu et al., 2019), além de possuir
62 potencial zoonótico (Bresciani et al., 2013).

63 Além das parasitoses, as condições climáticas também podem afetar o bem-estar dos bovinos, pois em altas
64 temperaturas haverá redução da perda de calor corporal e aumento do estresse, com isso o animal ativará
65 parâmetros fisiológicos de termorregulação para dissipação do calor corporal, afetando a expressão do potencial
66 produtivo (Cardoso et al., 2016). Os parâmetros fisiológicos são utilizados pelos os animais para se adaptarem as
67 altas temperaturas e baixa umidade, e com isso alcançarem a homeotermia (Brown-Brandl, 2018).

68 Os parâmetros fisiológicos de termorregulação tais como a temperatura retal, a frequência respiratória e
69 cardíaca são muito utilizados para avaliação do equilíbrio entre a perda e ganho de calor do corpo, sendo utilizados
70 como índice de adaptabilidade (Ribeiro et al., 2009). Incluindo mudanças comportamentais de reduzir a ingestão
71 de alimentos para diminuir a produção do calor metabólico.

72 Na produção de bovinos mais adaptados as condições climáticas e resistência aos parasitos, tem sido utilizados
73 raças de *Bos indicus* x *Bos taurus* adaptadas e não adaptadas em clima tropical (Ribeiro et al., 2009; Carvalho et
74 al., 2017). Dentre as raças taurinas naturalmente adaptadas, o Curraleiro Pé-duro tem se mostrado resistente as
75 condições ambientais do clima tropical e semiárido do Nordeste. Neste sentido, objetivou-se com este estudo
76 avaliar a relação da criptosporidiose e dos parâmetros fisiológicos de cinco grupos genéticos de bovinos de corte,
77 com variáveis climáticas do Cerrado Maranhense no Nordeste do Brasil em período seco e chuvoso.

78

79 **Material e métodos**

80 **Aspectos éticos, área de estudo e delineamento experimental**

81 O estudo foi submetido a Comissão de ética no uso de animais (CEUA) da universidade Federal do Piauí –
82 UFPI, sendo aprovado com o código de protocolo 260/16.

83 O experimento foi conduzido na fazenda agropecuária Santa Luzia, localizada nas coordenadas Latitude: 06°
84 49' 24" Sul, Longitude: 45° 24' 43" Oeste, situada a 524 metros de altitude, no município de São Raimundo das
85 Mangabeiras, Maranhão, Brasil. É parte do Bioma Cerrado do Nordeste brasileiro, clima AW tropical úmido e
86 seco segundo classificação Köppen (Santos et al., 2010).

87 Foram utilizados 51 bovinos machos inteiros de 12 a 24 meses de idade, escolhidos aleatoriamente, com as
88 seguintes raças e grupos genéticos: cinco bovinos da raça Nelore, 13 da raça Curraleiro Pé-duro (CPD), sete
89 bovinos F1 (½ Nelore x ½ Angus), 12 bovinos F1 (½ Nelore x ½ CPD) e 14 bovinos F2 (¼ CPD x ¼ Nelore x ¼

90 Senepol) pertencentes a Embrapa Meio-Norte. Seguiu-se o delineamento em blocos ao acaso, no qual os blocos
91 consistiam dos períodos de coleta (seco e chuvoso) e os tratamentos eram os grupos genéticos.

92 Nos dias de coleta os animais eram mantidos a jejum de 12 horas para evitar outliers no peso, e em seguida
93 conduzidos ao tronco de contenção contendo balança eletrônica para aferição dos pesos e posterior cálculo do
94 ganho de peso (GP), sendo esperado alguns minutos para os animais reduzirem o estresse da contenção (Azevêdo
95 et al., 2008).

96 Os animais foram submetidos a uma área equivalente a 300 hectares em sistema de criação extensivo com
97 pastagens nativas e plantas típicas do cerrado, sem suplementação mineral, com água do ecossistema *ad libitum* e
98 sem vermifugação contra anti-helmínticos. As coletas foram efetuadas nos meses de setembro e dezembro de 2016
99 (período seco) e fevereiro e maio de 2017 (período chuvoso), totalizando 204 amostras.

100

101 **Coleta de fezes e análise parasitológica**

102 Foram coletados aproximadamente 10g de fezes diretamente da ampola retal de cada animal, após a coleta as
103 amostras de fezes foram identificadas e acondicionadas em caixa térmica a 4 °C para confecção de esfregaços
104 fecais em lâminas desengorduradas para posterior identificação de amostras positivas com oocistos de
105 *Cryptosporidium* spp. por meio de microscopia óptica de luz branca em objetiva de 100x sob imersão (Brook et
106 al., 2008; Santos et al., 2016).

107 Foi adotada a técnica de formol-éter desenvolvida por Ritchie (1948), que consiste na concentração de oocisto
108 de *Cryptosporidium* spp. em seguida foi utilizado a técnica de coloração com fucsina carbólica de Ziehl-Neelsen
109 (Henricksen e Pohlenz, 1981), conforme trabalho de realizado por Brook et al. (2008). As análises foram realizadas
110 no laboratório de sanidade animal da Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí.

111

112 **Parâmetros fisiológicos e variáveis ambientais**

113 Foram coletados parâmetros fisiológicos no período matutino nas instalações com sobra, sendo mensurada a
114 frequência respiratória (FR), que consistia da contagem dos movimentos do flanco dos bovinos por minuto
115 (mov/min) (Brown-Brandl, 2018); a temperatura retal (TR) com a utilização de termômetro clínico digital
116 introduzido no reto dos animais por um minuto (°C), semelhante a Ferreira et al. (2006); Azevêdo et al. (2008) e
117 Ribeiro et al. (2009) e a frequência cardíaca (FC) que foi aferida com a utilização de estetoscópio clínico na altura
118 da terceira costela do lado esquerdo com registro dos batimentos cardíacos por minuto (bpm), conforme trabalho
119 realizado por Souza et al. (2007) e Cardoso et al. (2016).

120 Durante as coletas dos parâmetros fisiológicos, a cada hora foram aferidos os dados climáticos de: temperatura
 121 do ar (TA), umidade relativa do ar (UA) utilizando-se um termohigrômetro digital (SKILL-TEC) nas instalações
 122 que foi realizado o experimento.

123 Para cálculo do índice de temperatura globo e umidade (ITGU) desenvolvido por (Buffington et al., 1981), foi
 124 por meio da equação: $ITGU = T_{gn} + 0,36 T_{po} + 41,5$. A temperatura de globo negro (TGN) foi mensurada
 125 instalando um globo de plástico com 15 cm de diâmetro na altura do costado dos animais, pintado com tinta escura,
 126 com termômetro de mercúrio (-10 a 60 °C) introduzido no interior do globo, que foi aferido a cada hora de coleta
 127 e a temperatura de ponto de orvalho (TPO) utilizando-se um termohigrômetro digital.

128

129 **Análise estatística**

130 Para as análises estatísticas foram realizados o teste de homocedastidade adotando-se a programação de
 131 análises de variância para avaliar as interações, via procedimentos: Proc GLM e o teste de Tukey para comparação
 132 de médias e o proc Npar1way para os dados qualitativos com significância determinada pelo teste Qui-quadrado
 133 (χ^2), com verificação das significâncias em uma análise univariada à 5% de probabilidade, com o auxílio do pacote
 134 estatístico SAS (2003) versão 9.2.2.

135

136 **Resultados e Discussões**

137 A ocorrência de bovinos com criptosporidiose foi de 40,10% (23/51), no entanto, não foi observado influência
 138 da doença nos parâmetros fisiológicos e no ganho de peso dos animais estudados (Tabela 1), isso possivelmente
 139 em função dos animais em fase adulta não manifestarem sintomas da doença.

140

141 **Tabela 1.** Presença e ausência de animais parasitados por *Cryptosporidium* spp. nos diferentes grupos genéticos
 142 de bovinos de corte e a relação deste parasito com os parâmetros fisiológicos no cerrado Maranhense

<i>Cryptosporidium</i> spp.	TR (°C)	FR (mov/min)	FC (bat/min)	GP (kg)
Presença	38,75 ^a	34,28 ^a	59,00 ^a	59,08 ^a
Ausência	38,83 ^a	34,57 ^a	64,37 ^a	61,28 ^a
<i>p-value</i>	0,367	0,870	0,053	0,592

143 Temperatura retal (TR); Frequência respiratória (FR); Frequência cardíaca (FC); ganho de peso (GP). Médias
 144 seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey ao nível de 5 % de significância.

145

146 A dificuldade de se detectar a infecção em animais assintomáticos, segundo alguns autores se deve a baixa
 147 eliminação de oocistos nas fezes (Lima et al., 2013a). Contudo, estes bovinos infectados e assintomáticos podem
 148 promover a contaminação ambiental e transmissão de oocistos para os demais animais do rebanho (Mawdsley;
 149 Brooks; Merry, 1996; Kuczynska; Shelton; Pachepsky, 2005).

150 Durante o estudo, alguns bovinos com criptosporidiose não estavam liberando oocistos nas fezes em todas as
 151 coletas, sendo esse um fator importante a ser observado para o diagnóstico de animais infectados. Abreu et al.
 152 (2019) analisaram amostras de fezes de bovinos mestiços da raça Nelore e observaram ocorrência de 10% (12/120)
 153 de *Cryptosporidium* spp., em animais com a faixa etária entre cinco a sete meses de idade, sendo observado que a
 154 liberação de oocistos na fezes não foi constante em todos os meses estudados.

155 A respeito dos períodos de coleta (Tabela 2), foi observado que dos 23 bovinos identificados com o protozoário
 156 *Cryptosporidium* spp., a liberação de oocistos nas fezes não foi constante durante as coletas ($p>0,05$),
 157 possivelmente devido ao período de incubação estar entre uma e duas semanas, podendo chegar a quatro semanas
 158 (Gertler et al., 2015), principalmente em bovinos até os três meses de idade (Li et al. 2013; Laurent e Lacroix-
 159 Lamandé, 2017; Abreu et al. 2019).

160

161 **Tabela 2.** Grupos genéticos de bovinos e número de amostras contendo oocistos de *Cryptosporidium* spp. em
 162 relação aos meses de setembro e dezembro de 2016 e fevereiro e maio de 2017 no cerrado Maranhense

Grupos Genéticos	Amostra total (n)	Período Seco *		Período Chuvoso *	
		Setembro	Dezembro	Fevereiro	Maio
CPD	13	2	1	4	1
Nelore	05	-	2	2	-
F1 (Nelore x CPD)	12	-	1	-	2
F1 (Nelore x Angus)	07	1	-	4	-
F2 (CPD x Nelore x Senepol)	14	4	1	2	2
Total (%)	51	7 (24,14)	5 (17,24)	12 (41,38)	5 (17,24)

163 Curraleiro Pé-duro (CPD). *significativo na coluna pelo teste χ^2 a 5% de probabilidade.

164

165 Não houve variação entre os grupos genéticos, contudo o período chuvoso, principalmente no mês de fevereiro
 166 apresentou maior liberação de oocistos nas fezes (41,38%) de todas amostras positivas, isso em função desse mês
 167 ter apresentado maior quantidade de chuvas, aumentando possivelmente a transmissão dos oocistos por meio da

168 água. Santos et al. (2016) e Abreu et al. (2019) observaram resultados semelhantes, em época com maiores
169 concentrações de chuvas, ou seja, com elevada umidade relativa do ar, a ocorrência de criptosporidiose foi maior.

170 Gertler et al. (2015) comentam que oocistos de *Cryptosporidium* podem sobreviver e permanecer infectantes
171 por muitos meses fora de um hospedeiro, particularmente em ambientes úmidos e com temperaturas médias. Nesse
172 sentido, o contato de fezes contendo oocistos, com a água contribui para a propagação da doença (Del Coco et al.,
173 2014; Gertler et al., 2015; Gallas-Lindemann et al., 2016; Matos et al., 2019).

174 Para evitar a infecção dos animais, são indicadas formas de manejo tais como: separar animais infectados e
175 saudáveis, instalar bebedouros e comedouros em locais mais altos para evitar o contato de animais e pessoas com
176 as fezes de animais contaminados e a realização de limpeza periódica de currais e maternidades com maior atenção
177 do contato de fezes com a água (Muñoz et al., 2011).

178 As variáveis ambientais TA e UA, apresentaram variações entre os períodos seco e chuvoso alcançando
179 amplitude de 8,60°C e umidade do ar de 33,33%, respectivamente (Tabela 3). Com isso, independente da presença
180 ou ausência de parasitos, os animais podem ser afetados em sua homeotermia. Lima et al. (2013b) obtiveram
181 resultados semelhantes de amplitude de 8,65°C, porém a umidade foi de 14,8% em Paudalho, Estado de
182 Pernambuco, Brasil.

183

184 **Tabela 3.** Médias das variáveis ambientais mensuradas nos meses de setembro e dezembro de 2016 (período seco)
185 e fevereiro e maio de 2017 (período chuvoso), no cerrado Maranhense

Períodos	Temperatura do ar (°C)	Umidade do ar (%)	ITGU
Seco	36,60	38,75	87,18 ^a
Chuvoso	28,00	72,08	76,89 ^b
Média	32,30	55,41	82,03
Amplitude	8,60	33,33	10,29
<i>p-value</i>	-	-	<.0001

186 Índice de temperatura globo e umidade (ITGU).

187

188 Os bovinos da raça Nelore são adaptados a condições de altas temperaturas, no entanto, sofrem estresse térmico
189 quando a temperatura ultrapassa o limite superior de 35°C (Ferreira, 2005). Neste estudo, foi observado que no
190 período seco a temperatura ultrapassou o limite superior e o limite inferior de umidade, no entanto, não afetou a

191 termorregulação dos animais mesmo no período seco. Considerando a zona de termoneutralidade para zebuínos,
192 entre 10 a 27°C e umidade do ar 60 a 70% (Baêta e Souza, 1997; Furtado et al., 2012).

193 O ITGU foi maior no período seco ($p < 0,0001$), sendo visto que em ambos os períodos o valor já estava acima
194 do limite superior para bovinos conforme a literatura, no entanto, os animais não estavam em condição de estresse
195 térmico. Ribeiro et al. (2009) obtiveram variação de 60,7 a 91,2 no ITGU e afirmam que o conforto térmico de
196 bovinos de corte pode ser afetado pelas variáveis climáticas do ambiente. Baêta e Souza (1997) consideraram que
197 os animais estavam em condição fora da zona de termoneutralidade em relação ao clima quando o ITGU foi de 79
198 a 84, sendo observado que em condição de conforto para bovinos, apresentou ITGU igual a 74.

199 Para as condições deste estudo, os animais não foram afetados no conforto térmico mesmo quando o ITGU
200 atingiu 87,18, sendo indicado possíveis trabalhos para adequação de valores para animais criados no Nordeste.
201 Souza et al. (2007) observaram o ITGU com o valor de 88,7 na sombra e 97 ao sol, no entanto, a frequência
202 respiratória e temperatura retal mantiveram-se dentro da normalidade para bovinos. Navarini et al. (2009)
203 obtiveram valor médio de ITGU de 84 em Diamante D'Oeste, Estado do Paraná, demonstrando que os bovinos raça
204 Nelore estavam em condição de desconforto térmico quando atingiu o pico de 88.

205 Com relação a TR não houve diferença entre os períodos e grupos genéticos ($p > 0,05$), devido aos animais
206 estarem dentro da normalidade, mesmo com as altas temperaturas (36,6°C) e baixa umidade (38,75) do período
207 seco (Tabela 4). Bovinos criados em clima quente apresentam TR de 36,7 a 39,1°C (Reece et al., 2015), sendo a
208 média para bovinos acima de um ano de idade, $38,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$ (Kolb, 1987).

209

210 **Tabela 4.** Grupos genéticos de bovinos de corte e parâmetros fisiológicos em período seco e chuvoso no cerrado Maranhense

Grupos genéticos	TR (°C)			FR (mov/min)			FC (bat/min)		
	Seco	Chuvoso	Média	Seco	Chuvoso	Média	Seco	Chuvoso	Média
CPD	38,83 ^a	38,88 ^a	38,87 ^A	36,19 ^a	32,00 ^b	34,36 ^A	79,95 ^a	58,10 ^b	70,45 ^A
Nelore	38,98 ^a	38,72 ^a	38,85 ^A	34,00 ^a	30,40 ^b	32,22 ^A	66,8 ^a	50,15 ^b	59,77 ^B
F1 (Nelore x CPD)	38,95 ^a	38,83 ^a	38,88 ^A	39,83 ^a	34,00 ^b	37,00 ^A	67,35 ^a	58,35 ^b	62,81 ^{BA}
F1 (Nelore x Angus)	38,77 ^a	38,70 ^a	38,65 ^A	36,57 ^a	28,00 ^b	36,36 ^A	59,15 ^a	48,00 ^b	56,18 ^B
F2 (CPD x Nelore x Senepol)	38,80 ^a	38,78 ^a	38,79 ^A	34,85 ^a	29,74 ^b	32,54 ^A	68,00 ^a	56,25 ^b	62,66 ^{BA}
<i>p-value</i>		0,333	0,4168		0,0003	0,0589		0,0001	0,0004

211 Temperatura retal (TR); Frequência respiratória (FR); Frequência cardíaca (FC); Curraleiro Pé-Duro (CPD). Médias
212 seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem pelo teste Tukey ao nível de 5 %.

213 Analisando a FR, foi observado que houve um aumento no período seco, demonstrando que o organismos dos
214 animais necessitaram utilizar este mecanismo de termorregulação ($p < 0,003$), indicando a necessidade de se criar
215 microclima por meio do fornecimento de áreas de sombra, para que os animais possam se abrigar nos horários
216 mais quentes do dia (Eigenberg et al., 2010; Ferro et al., 2016). Os animais estavam com valores de movimentos
217 respiratórios por minuto abaixo do considerado com estresse (60 mov/min) para bovinos (Hahn; Parkhurst;
218 Gaughan, 1997).

219 No entanto, não houve variação entre grupos, indicando que os aqui estudados podem ser uma opção de
220 adaptação ao clima quente, no qual foi observado que todos os bovinos apresentaram FR dentro da normalidade.
221 Considerando que a faixa de termoneutralidade de FR para bovinos adultos varia de 26 a 36 mov/min (Stöber
222 1993; Reece et al., 2015).

223 Azevêdo et al. (2008) estudaram bovinos da raça CPD em São João do Piauí, chegaram à conclusão que a TR
224 e FR estavam dentro de faixa normal, independente dos fatores como: sexo, idade, período do ano e horário do
225 dia, indicando adaptabilidade climática ao semiárido Piauiense. Ribeiro et al. (2009) avaliaram bovinos puros e
226 cruzados Nelore, Angus e Senepol, e observaram que os animais Senepol x Nelore obtiveram resposta mais
227 eficiente de adaptabilidade ao clima em relação a raça Nelore e ao cruzamento entre Angus x Nelore.

228 A FC foi influenciada pela variação climática entre período ($p < 0,0001$) e pelo grupo genético ($p < 0,0004$)
229 indicando que a vasodilatação dos vasos periféricos foi o mecanismo de termorregulação mais utilizado. No
230 período seco, 86% dos bovinos estavam com a FC acima dos valores de referência, que variam de 36 a 60 mov/min
231 (Reece et al., 2015).

232 Cardoso et al. (2016) estudaram bovinos da raça Pantaneiro, Curraleiro Pé-duro e Nelore em São Francisco de
233 Goiás, Estado de Goiás e observaram valores de FC de 76 a 98 mov/min e concluíram que raças localmente
234 adaptadas, apresentam menores valores de TR, no entanto, maiores FR e FC em relação aos bovinos da raça Nelore.

235 Analisando os cruzamentos utilizados neste estudo, constatou-se que a utilização de genética menos adaptada
236 ao clima quente como o Senepol e Angus, juntamente com as raças mais adaptadas como o CPD e Nelore, resultou
237 em melhor adaptação dos animais às condições ambientais do cerrado Maranhense. Carvalho et al. (2017)
238 concluíram que os cruzamentos de CPD são mais adaptados em relação ao Nelore em pastagens naturais e clima
239 de transição entre tropical e semiárido nordestino.

240

241

242

243 Conclusão

244 Os parâmetros fisiológicos não foram afetados pela criptosporidiose, mas as variáveis climáticas influenciam
245 na transmissão de oocistos de *Cryptosporidium* spp. principalmente no mês com maior quantidade de chuvas com
246 temperaturas mais baixas (28 C°) e maior umidade (72,08%). Para as condições deste estudo os bovinos apresentam
247 adaptabilidade ao clima tropical do cerrado Maranhense.

248

249 Agradecimentos

250 Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PGCA) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal
251 de Nível Superior (CAPES). A Embrapa Meio-Norte pelo estágio concedido, disponibilização dos animais e
252 análise de amostras no Laboratório de Parasitologia. À Fazenda Agropecuária Santa Luzia, pela parceria na
253 realização deste trabalho.

254

255 Referências

256 Abreu, B.S., Pires, L.C., Santos, K.R., Luz, C.S.M., Oliveira, M.R.A., Sousa Júnior, S.C., 2019. Occurrence of
257 *Cryptosporidium* spp. and its association with ponderal development and diarrhea episodes in nellore mixed
258 breed cattle. Acta Veterinaria Brasilica, 13, p. 24-29.

259

260 Azevêdo, D.M.M.R., Alves, A.A., Feitosa, F.S., Magalhães, J.A., Malhado, E.C.H.M., 2008. Adaptabilidade de
261 bovinos da raça Pé-Duro às condições climáticas do Semi-Árido do estado do Piauí. Archivos de Zootecnia, 57,
262 p. 513-523.

263

264 BAÊTA, F.C., SOUZA, C.F. 1997. Ambiência em edificações rurais: conforto animal., (Viçosa - MG:
265 Universidade Federal de Viçosa).

266

267 Beck, M.A., Colwell, D.D., Goater, C.P, Kienzle, S.W., 2015. Where's the risk? Landscape epidemiology of
268 gastrointestinal parasitism in Alberta beef cattle. Parasites & Vectors, 8, p. 1-13.

269

270 Bresciani, K.D.S., Aquino, M.C.C., Zucatto, A.S.; Inácio, S.V., Silveira Neto, L., Coelho, N.M.D.; Coelho,
271 W.M.D., Brito, R.L.L., Viol, M.A., Meireles, M.V., 2013. Criptosporidiose em animais domésticos: aspectos
272 epidemiológicos. Semina: Ciências Agrárias, 34, p. 2387-2402.

273

274 Brook, E., Hart, C. A., French, N., Christley, R. 2008. Prevalence and risk factors for *Cryptosporidium* spp.
275 infection in young calves. *Veterinary Parasitology*, 152, p. 46-52.

276

277 Brown-Brandl, T.M., 20018. Understanding heat stress in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 47, p. 1-9.

278

279 Buffington, D.E.; Collazo-Arocho, A.; Canton, G.H.; Pitt, D., 1981. Black Globe-Humidity Index (BGHI) as
280 comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, 24, p. 711-714.

281

282 Cardoso, C.C., Lima, F.G., Fioravanti, M.C.S., Egito, A.A., Silva, F.C.P., Tanure, C.B., Peripolli, V., Mcmanus,
283 C., 2016. Heat tolerance in Curraleiro Pe-Duro, Pantaneiro and Nelore cattle using thermographic images.
284 *Animals*, 6, p. 2-11.

285

286 Carvalho, G.M.C., Frota, M.N.L., Lima Neto, A.F., Azevêdo, D.M.M.R., Araujo Neto, R.B., Araujo, A.M.,
287 Pereira, E.S., Carneiro, M.S.S., 2017. Live weight, carcass, and meat evaluation of Nelore, Curraleiro Pé-Duro,
288 and their crossbred products in Piauí State. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 6, p. 393-399.

289

290 Del Coco, V.F., Córdoba, M.A., Bilbao, G., Castro, A.P.A., Basualdo, J.A., Fayer, R., Santín, M., 2014.

291 *Cryptosporidium parvum* GP60 subtypes in dairy cattle from Buenos Aires, Argentina. *Research in Veterinary*
292 *Science*, 96, p. 311-314.

293

294 Eigenberg, R., Brown-Brandl, T., Nienaber, J., 2010. Shade material evaluation using a cattle response model
295 and meteorological instrumentation. *International Journal of Biometeorology*, 54, p. 601-607.

296

297 Ferreira, F., Pires, M.F.A., Martinez, M.L., Coelho, S.G., Carvalho, A.U., Ferreira, P.M., Facury Filho, E.J.,
298 Campos, W.E., 2006. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arquivo*
299 *Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 58, p. 732-738.

300 Ferreira, R.A. 2005. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. (Viçosa, MG: Aprenda
301 Fácil)

302

- 303 Ferro, D.A.C.; Arnhold, E.; Bueno, C.P.; Miyagi, E.S.; Ferro, R.A.C.; Silva, B.P.A., 2016. Performance of
304 Nellore males under different artificial shading levels in the feedlot. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 37, p. 2623-
305 2632.
- 306
- 307 Furtado, D.A., Peixoto, A.P., Regis, J.E.F., Nascimento, J.W.B., Araujo, T.G.P., Lisboa, A.C.C., 2012.
308 Termorregulação e desempenho de tourinhos Sindi e Guzerá, no agreste paraibano. *Revista Brasileira de*
309 *Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16, p. 1022-1028.
- 310
- 311 Gallas-Lindemann, C., Sotiriadou, I., Plutzer, J., Noack, M.J., Mahmoudi, M.R., Karanis, P., 2016. *Giardia* and
312 *Cryptosporidium* spp. dissemination during wastewater treatment and comparative detection via
313 immunofluorescence assay (IFA), nested polymerase chain reaction (nested PCR) and loop mediated isothermal
314 amplification (LAMP). *Acta Tropica*, 158, p. 43-51.
- 315
- 316 Gertler, M., Dürr, M., Renner, P., Poppert, S., Askar, M., Breidenbach, J., Frank, C., Preußel, K., Schielke, A.,
317 Werber, D., Chalmers, R., Robinson, G., Feuerpfeil, I., Tannich, E., Gröger, C., Stark, K., Wilking, H., 2015.
318 Outbreak of *Cryptosporidium hominis* following river flooding in the city of Halle (Saale), Germany, August
319 2013. *BMC Infectious Diseases*, 15, p. 1-10.
- 320
- 321 Hahn, G.L., Parkhurst, A.M., Gaughan, J.B., 1997. Cattle respiration rate as a function of ambient temperature.
322 *Transactions of American Society of Agricultural Engineering*, 40, p. 97-121.
- 323
- 324 Henricksen, S. Pohlenz, I.J., 1981. Staining of cryptosporidia by a modified Zielh-Neelsen technique. *Acta*
325 *Veterinaria Scandinavica*, 22, p. 594-596.
- 326
- 327 Kolb, E., 1987. *Fisiologia veterinária*, (Guanabara Koogan: Rio de Janeiro).
- 328
- 329 Kuczynska, E., Shelton D.R., Pachepsky, Y., 2005. Effect of bovine manure on *Cryptosporidium parvum* oocyst
330 Attachment to Soil. *Applied and Environmental Microbiology*, 71, p. 6394-6397.
- 331

- 332 Laurent, F., Lacroix-Lamandé, S., 2017. Innate immune responses play a key role in controlling infection of the
333 intestinal epithelium by *Cryptosporidium*. *International Journal for Parasitology*, 47, p. 711-721.
334
- 335 Li, S., Li, W., Yang, Z., Song, S., Yang, J., Gong, P., Zhang, W., Liu, K., Li, J., Zhang, G., Zhang, X., 2013.
336 Infection of cattle with *Cryptosporidium parvum*: mast cell accumulation in small intestine mucosa. *Veterinary*
337 *Pathology*, 50, p. 842-848.
338
- 339 Lima, I.A., Azevedo, M., Borges, C.R.A., Ferreira, M.A., Guim, A., Almeida, G.L.P., 2013b. Thermoregulation
340 of Girolando cows during summertime, in Pernambuco State, Brazil. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35, p.
341 193-199.
342
- 343 Lima, R.C.A., Aquino, M.C.C., Inácio, S.V., Viol, M.A., Zucatto, A.S., Silveira Neto, L., Oliveira, B.C.M.,
344 Vasconcelos, E.N., Bresciani, K.D.S.; Oliveira, G.P., Costa, A.J., 2013a. Caracterização molecular de
345 *Cryptosporidium* spp. em bezerros (*Bos taurus e Bos indicus*) no município de Formiga, Minas Gerais – Brasil.
346 *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, p. 3747-3754.
347
- 348 Matos, L.V.S., Silveira Neto, L., Oliveira, B.C.M., Makatu, M.Y., Pierucci, J.C., Viol, M.A., Gomes, J.F.,
349 Oliveira, G.P., Widmer, G., Bresciani, K.D.S., 2019. Molecular characterization of *Cryptosporidium* in calves
350 from rural settlements in the Northwest region of the state of São Paulo, Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 40,
351 p. 491-496.
352
- 353 Mawdsley, J.L., Brooks, A.E., Merry, R.J., 1996. Movement of the protozoan pathogen *Cryptosporidium*
354 *parvum* through three contrasting soil types. *Biology and Fertility of Soils*, 21, p. 30-36.
355
- 356 Mcmanus, C., Prescott, E., Paludo, G., Bianchini, E., Louvandini, H., Mariente, A., 2009. Heat tolerance in
357 naturalized Brazilian cattle breeds. *Livestock Science*, 120, p. 256-264.
358
- 359 Muñoz, P., Fredes, F., Díaz-Lee, A., Mercado, R., Ozaki, L.S., 2011. Detección de *Cryptosporidium* spp. en
360 terneras de lecherías de la Región Metropolitana mediante Ziehl Neelsen y confirmada por inmunocromatografía
361 y ensayo molecular. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 43, p. 111-116.

362

363 Navarini, F.C., Klosowski, E.S., Campos, A.T., Teixeira, R.A., Almeida, C.P., 2009. Conforto térmico de
364 bovinos da raça Nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. Engenharia Agrícola,
365 29, p. 508-517.

366

367 Reece, W.O., Erickson, H.H., Goff, J.P., Uemura, E.E., 2015. Dukes' Physiology of Domestic Animals, (Wiley-
368 Blackwell: Oxford).

369

370 Ribeiro, A.R.B., Alencar, M.M., Freitas, A.R., Regitano, L.C.A., Oliveira, M.C.S., Ibelli, A.M.G., 2009. Heat
371 tolerance of Nelore, Senepol x Nelore and Angus x Nelore heifers in the southeast region of Brazil. South
372 African Journal of Animal Science, 39, p. 263-265.

373

374 Ritchie, L.S., 1948. An ether sedimentation technique for routine stool examinations. Bulletin United States
375 Army Medical Department, 8, p. 326.

376

377 Santos, D.N., Silva, V.P.R., Sousa, F.A.S., Silva, R.A., 2010. Estudo de alguns cenários climáticos para o
378 Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 14, p. 492-500.

379

380 Santos, R.O., Oliveira, M.R.A., Luz, C.S.M., Abreu, B.S., Sousa Júnior, S.C., Santos, K.R., 2016. Occurrence of
381 protozoan from the genus *Cryptosporidium* spp. In cattle raised in properties of the rural zone in the county of
382 Bom Jesus, Piauí. Acta Veterinaria Brasilica, 10, p. 346-351.

383

384 Sas, 2003. Institute Sas (Statistical Analysis System). User's Guide. Cary NC: SAS Institute Inc.

385

386 Souza, B.B., Silva, R.M.N., Marinho, M.L., Silva, G.A., Silva, E.M.N., Souza, A.P., 2007. Parâmetros
387 fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindí no semi-árido Paraibano. Ciência e
388 Agrotecnologia, 31, p. 883-888.

389

390 Stöber, M. 1993. Identificação, anamnese, regras básicas da técnica do exame clínico geral, In: Dirksen, G.,
391 Gründer, H.D., Stöber, M. Exame clínico dos bovinos. (Rio de Janeiro: Guanabara Koogan).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocorrência de criptosporidiose e nematódeos estavam presente em todos grupos genéticos examinados, nas condições deste estudo, 40,10% dos animais estavam liberando oocisto de *Cryptosporidium* spp. nas fezes, principalmente no mês mais chuvoso, contudo não foi observado influência no desempenho, nas consistências das fezes e nos parâmetros fisiológicos dos animais, em consequência da baixa ocorrência de oocistos liberados nas fezes de pastosa ou normal. A consistências consistência das fezes não foi um fator indicativo de presença de oocistos.

Para evitar a infecção dos animais, são indicadas formas de manejo tais como: separar animais infectados e saudáveis, instalar bebedouros e comedouros em locais mais altos para evitar o contato de animais e pessoas com as fezes de animais contaminados e a realização de limpeza periódica de currais e maternidades com maior atenção do contato de fezes com a água.

As coproculturas indicaram que o *Haemonchus* spp. é o gênero mais predominante para todos os grupos genéticos principalmente para o Curraleiro Pé-duro, contudo o desempenho dos animais não foi afetado. Todos grupos genéticos apresentam adaptabilidade ao clima tropical do cerrado Maranhense. O F2 (¼ Curraleiro Pé-duro x ¼ Nelore x ½ Senepol) apresentou melhor desempenho em relação ao ganho de peso.