

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA – FMVZ

**COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA NATURAL A
ENDOPARASITAS E ECTOPARASITAS EM BOVINOS
DAS RAÇAS CRIOULA LAGEANA E ANGUS**

CRISTINA PERITO CARDOSO

Botucatu – SP
Outubro 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA – FMVZ

**COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA NATURAL A
ENDOPARASITAS E ECTOPARASITAS EM BOVINOS
DAS RAÇAS CRIOULA LAGEANA E ANGUS**

CRISTINA PERITO CARDOSO

Tese apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Medicina
Veterinária para a obtenção do Título
de Doutor.

Orientador: Prof. Titular Dr. Alessandro
Francisco Talamini do Amarante

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO DE AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE

Cardoso, Cristina Perito.

Comparação da resistência natural a endoparasitas e ectoparasitas em
bovinos das raças Crioula Lageana e Angus / Cristina Perito Cardoso. –
Botucatu : [s.n.], 2011

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia

Orientador: Alessandro Francisco Talamini do Amarante

Capes: 21300003

1. Bovino. 2. Carrapato bovino. 3. Nematoda. 4. Imunidade natural.

Palavras-chave: Bernes; Bovinos; Carrapatos; Nematódeos; Resposta inata.

Nome da autora: Cristina Perito Cardoso

Título: COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA NATURAL A ENDOPARASITAS E ECTOPARASITAS EM BOVINOS DAS RAÇAS CRIOLA LAGEANA E ANGUS.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Alessandro Francisco Talamini do Amarante
Presidente e Orientador
Departamento de Parasitologia
IBB – UNESP – Botucatu/SP

Profa. Dra. Lucia Helena O'Dwyer de Oliveira
Membro
Departamento de Parasitologia
IBB - UNESP – Botucatu/SP

Profa. Dra. Elizabeth Moreira dos Santos Schmidt
Membro
Departamento de Clínica Veterinária
FMVZ - UNESP – Botucatu/SP

Prof. Dr. Vamilton Álvares Santarém
Membro
Departamento de Parasitologia Veterinária
UNOESTE – Presidente Prudente/SP

Prof. Dr. Ricardo Velludo Gomes de Soutello
Membro
Campus Experimental
UNESP – Dracena/SP

Data da defesa: 25 de outubro de 2011.

DEDICO

AOS ANIMAIS, responsáveis pela minha realização pessoal e profissional. Por me proporcionarem a cada dia uma aventura diferente e despertarem em mim os sentimentos mais sinceros. Em especial aos bois do meu experimento, os quais ao final dos quase 18 meses já faziam parte de mim e farão para sempre parte da minha história. Aos meus cães, cavalos e hamster, com os quais desfruto da mais pura amizade, cumplicidade, liberdade e felicidade.

AGRADECIMENTOS

Obrigada amigo **Jesus** e **Deus Pai**, por me darem a oportunidade de ser o que sou, de conviver com pessoas maravilhosas que me rodeiam, de amar a natureza e os animais e poder sentir a verdadeira essência da vida nas pequenas coisas, nos simples gestos, no olhar de um animal, na humildade de uma amizade e na profundidade de um sorriso. Enfim, de poder viver e desfrutar cada segundo toda essa felicidade.

Mãe e Tata, obrigada por todo o amor e apoio moral e físico que sempre me deram e principalmente, por terem me norteado pelo “ser” e não pelo “ter”. Agradeço muito por vocês terem me educado para a vida na mais pura simplicidade. Minha eterna gratidão e amor incondicional. Sem vocês eu nada seria. Amo vocês!!!

Vó e Nonô: exemplos, espelhos, torcida constante. Obrigada por sempre estarem por perto e serem um porto seguro. Amo vocês!!!

Família Silva: Mamadi, Popai, Biroška, Brunete, Laisa e Nina. Obrigada por terem me adotado e permitirem que eu compartilhasse momentos maravilhosos em família e sentimentos que nunca se perderão. Amo vocês do fundo do meu coração. Em especial, a minha irmã Brunete, amor à primeira vista, cativante, companheira para qualquer hora. “I love you xuxu!!!”

Agradeço a todos os meus familiares e amigos, em especial a **Tita, Rô, Rafa, Lumara, Dai, Mãe Iraci, Marci, Dinda, Sayo, Dani Nana, Dani Simões, Ana Luiza, Luísa, Tissi, Mano Ri**, que de perto ou de longe compartilharam comigo passos desse doutorado, me apoiando, incentivando e torcendo por mim. Agradeço principalmente pela compreensão, pelas vezes que me fiz ausente em momentos difíceis quando precisaram de mim e pelos momentos de alegria que não pude comemorar com vocês. Porém, valeu a pena e hoje vocês comemoram comigo a conclusão de mais essa etapa. E agora poderemos compensar esse tempo que não estivemos juntos.

Professor Alessandro, obrigada por esta oportunidade, pela confiança depositada em mim e principalmente por todos os seus ensinamentos e apoio constante. A verdadeira figura do orientador, o qual instiga a busca pelo conhecimento, compartilha suas experiências e conhecimentos, direciona e faz olhar a frente, sempre disposto, acessível e com atitudes simples e humildes. Um exemplo de pessoa e profissional. Meus sinceros agradecimentos.

Agradeço aos meus amigos, **Edison e Vera Martins**, pela amizade, apoio, pelas longas horas de conversa e troca de idéias, pelo incentivo constante e pela participação direta neste experimento através da doação de animais Crioulos. Pessoas entusiastas, amigas, exemplos de amor a pesquisa e ao resgate da raça Crioula Lageana.

Agradeço muito ao Sr. **Nelson de Araújo Camargo** e à **Fazenda Igrejinha**. Pessoa boníssima, cativante, que carrega consigo uma longa história de vida no campo e que reflete e transborda seu amor pela raça Crioula Lageana. Obrigada Seu Nelson pela amizade, pelas prosas e causos e pela doação dos animais Crioulos para a realização deste experimento. Agradeço ainda, por meio do Seu Nelson, a **Associação Brasileira dos Criadores de Bovinos da Raça Crioula Lageana – ABCCL** pela disponibilidade de informações e amplo apoio.

Agradeço aos meus amigos **Ned, Dani e Mere**, e através deles ao **Laboratório de Patologia Clínica do CAV-UDESC**, Lages-SC. Amigos esses que passaram alguns finais de semana “em família” me ajudando nas coletas e exames, que não mediram esforços para me auxiliar. Obrigada do fundo do meu coração.

Agradeço a todas as pessoas do **Departamento de Parasitologia do IBB-Unesp**, em especial a **Michele, César, Fabi, Berne, Lúcia, Mônica, Márcia, Salete, Nilza, Valdir e Roberto**, com as quais tive o privilégio de conviver. Obrigada pela amizade e pelos bons momentos compartilhados.

Agradeço aos professores, mestrandos e bolsistas do **Laboratório de Parasitologia e Doenças Parasitárias do CAV-UDESC, Lages-SC**, pela amizade, coleguismo, apoio técnico e empréstimo das suas instalações.

Agradeço a todos os meus colegas das empresas **Cidasc e Epagri, regional Lages-SC**, pelo apoio e compreensão aos meus estudos. Em

especial ao meu companheiro **Adilvo**, que me auxiliou em toda a parte laboratorial de contagem e identificação de parasitas.

Agradeço ao **Prof. João Pessoa Araújo Júnior do Departamento de Microbiologia, IBB-Unesp e todos os seus orientados** que prontamente emprestaram o leitor de Elisa e auxiliaram no seu uso.

Obrigada a todos que participaram de alguma forma na realização desse trabalho, seja por uma contribuição técnica ou pessoal, pois acredito que nada é por acaso e que: "Cada pessoa que passa em nossa vida, passa sozinho, pois cada pessoa é única e nenhuma substitui a outra. Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha, mas não vai só nem nos deixa a sós. Leva um pouco de nós e deixa um pouco de si" (Charles Chaplin). E também que: "Não há solidão mais triste do que a do homem sem amigos" (Francis Bacon).

Por isso meus queridos amigos e colegas, por ter vocês em minha vida, sou uma pessoa muito feliz e realizada. **Obrigada sempre...**

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1 – Touro aspado da raça Crioula Lageana de pelagem africana preta.....7

Figura 2 – Touro mocho da raça Crioula Lageana de pelagem africana preta.....8

Figura 3 – Vaca aspada e bezerro da raça Crioula Lageana, ambos de pelagem africana vermelha.....8

Figura 4 – Ciclo biológico esquemático de nematódeos da Família Trichostrongylidae e gênero *Oesophagostomum*.....12

Figura 5 – Ciclo biológico esquemático de *Dermatobia hominis*.....15

Figura 6 – Ciclo biológico esquemático de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.....17

Capítulo 2

Figura 1 – Divisão do corpo bovino utilizada para estimar a distribuição dos ectoparasitas. Cauda, garupa (1), membro pélvico (2), flanco (3), costela (4), membro torácico (5), região cervical (6) e cabeça (7).....60

Figura 2 – Diferentes tonalidades da cor vermelha observadas nos animais da raça Crioula Lageana (setas brancas) e meio-sangue Angus (setas pretas).....61

Capítulo 3

Figure 1 – Mean of fecal egg counts (FEC) and body weight of the Crioulo Lageano and crossbred Angus groups of cattle, naturally infected with gastrointestinal nematodes, in Monte Castelo, SC, Brazil.....81

Figure 2 – Percent of third stage larvae (L3) from fecal cultures, according to parasite genus, in Crioulo Lageano and crossbred Angus groups of cattle, naturally infected with gastrointestinal nematodes, in Monte Castelo, SC, Brazil82

Figure 3 - Mean values of serum IgG against *Haemonchus placei* and *Cooperia punctata* infective larvae (L3) and adult antigens of the Crioulo Lageano and crossbred Angus groups of cattle, naturally infected with gastrointestinal nematodes, in Monte Castelo, SC, Brazil. Bars represent standard error. No significant ($P<0.05$) difference was found between the groups.....83

Figure 4 – Mean values of abomasal mucous IgA against *Haemonchus placei* and intestinal mucous IgA against *Cooperia punctata* infective larvae (L3) and adult antigens of the Crioulo Lageano and crossbred Angus groups of cattle, naturally infected with gastrointestinal nematodes, in Monte Castelo, SC, Brazil. Bars represent standard error. No significant ($P<0.05$) difference was found between the groups.....84

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Contagens médias de larvas de *Dermatobia hominis* e teleóginas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* nos grupos de animais da raça Crioula Lageana e meio-sangue Angus, naturalmente infestados, em Monte Castelo, SC, Brasil.....62

Tabela 2 – Distribuição dos ectoparasitas conforme as regiões do corpo dos animais na raça Crioula Lageana e meio-sangue Angus, naturalmente infestados, em Monte Castelo, SC, Brasil.....63

Tabela 3 – Espessura média da capa de pelame na região da escápula direita dos animais da raça Crioula Lageana e meio-sangue Angus, naturalmente infestados por ectoparasitas, em Monte Castelo, SC, Brasil.....64

Capítulo 3

Table 1 – Mean number of nematodes of the Crioulo Lageano and crossbred Angus groups of cattle, naturally infected by gastrointestinal nematodes, in Monte Castelo, SC, Brazil85

Table 2 – Percent of Crioulo Lageano and crossbred Angus animals according to worm burden classification*.....86

Table 3 – Overall relationship^a between IgG concentration against different antigens in Crioulo Lageano and crossbred Angus groups of cattle, naturally infected with gastrointestinal nematodes, in Monte Castelo, SC, Brazil87

Table 4 – Overall relationship^a between IgA concentration against different antigens in Crioulo Lageano and crossbred Angus group of cattle, naturally infected with gastrointestinal nematodes, in Monte Castelo, SC, Brazil88

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. A RAÇA CRIOLA LAGEANA.....	5
3. PARASITOSSES BOVINAS	10
3.1. Endoparasitoses	10
3.2. Ectoparasitoses.....	13
3.2.1. <i>Dermatobia hominis</i>	13
3.2.2. <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i>	16
4. RESPOSTA IMUNOLÓGICA FRENTE AO PARASITISMO	18
4.1. Complexo hospedeiro/parasita/meio.....	20
4.2. Parasitas gastrintestinais	23
4.3. <i>Dermatobia hominis</i>	26
4.4. <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i>	27
4.5. Uso de vacinas como promotoras de imunidade.....	29
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
6. REFERÊNCIAS	31
CAPÍTULO 2.....	42
Resistência natural contra ectoparasitas em bovinos da raça Crioula Lageana e meio-sangue Angus	43
CAPÍTULO 3*	65
Resistance against gastrointestinal nematodes in Crioulo Lageano and crossbred Angus cattle in southern Brazil.....	66
ANEXOS.....	89

CARDOSO, C.P. **Comparação da resistência natural a endoparasitas e ectoparasitas em bovinos das raças Crioula Lageana e Angus.** Botucatu, 2011. 104p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a resistência natural aos endoparasitas e ectoparasitas em bovinos da raça Crioula Lageana e meio-sangue Angus. Foram utilizados 10 machos castrados em cada grupo, desmamados (6-8 meses), mantidos juntos em pastagens cultivadas no município de Monte Castelo – SC. A cada 28 dias, fêmeas de carrapatos com tamanho acima de 4 mm foram quantificadas nos lados direito e esquerdo do corpo de cada animal. O mesmo foi feito para nódulos de *Dermatobia hominis*. A espessura da capa do pelame foi também avaliada a cada coleta e os animais foram classificados quanto à coloração do pelame. Foram coletadas amostras de fezes para realização de exames coproparasitológicos e de sangue para quantificação de anticorpos, bem como realizada a pesagem dos animais nessas mesmas ocasiões. Os animais foram abatidos e deles coletadas alíquotas dos conteúdos gastrintestinais para contagem e identificação dos parasitas. Os animais da raça Crioula Lageana apresentaram menores infestações por larvas de *D. hominis* e *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Não houve diferença entre a disposição de carrapatos e bernes conforme os lados do corpo. Os animais de pelagem escura foram mais susceptíveis aos ectoparasitas. Não houve diferença significativa na carga parasitária entre animais da raça Crioula Lageana e meio-sangue Angus. A partir dos 18 meses de idade os animais de ambas as raças mantiveram baixos valores de OPG, dados que sugerem a aquisição de imunidade contra as infecções por nematódeos devido aos constantes desafios.

Palavras-chave: Resposta inata; Nematódeos; Carrapatos; Bernes; Bovinos.

CARDOSO, C.P. **Comparison of natural resistance against endoparasites and ectoparasites in Crioula Lageana and Angus cattle.** Botucatu, 2011. 104p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the natural breed resistance against nematode infections and ectoparasites infestations in Crioulo Lageano and crossbred Angus male calves. Ten weaned calves (6-8 months) were used in each group and were kept together in winter and summer pastures in Monte Castelo, Santa Catarina State. Every 28 days, female ticks more than 4 mm long were counted on the right and left side of the body of each animal, as well as the *Dermatobia hominis* nodules. Coat thickness also was measured at each sampling and all animals were classified according coat color. Fecal and blood samples were collected for parasitological and immunological tests. Body weight was recorded in the same occasion. All animals were slaughtered and gastrointestinal contents were collected from each individual for quantification and identification of parasites. Crioulo Lageano group was less infested by *D. hominis* and by *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. There were no differences in the distribution of the ticks and grubs between animal body sides. Dark-haired animal in both groups were the most susceptible. There were no significant differences in worm burden between the Crioula and crossbred Angus groups. From 18 months of age, Crioula Lageana and crossbred Angus animals kept low fecal egg counts. These data suggest that the animals acquired immunity resistance against nematode infections, due to constant challenges.

Keywords: Innate response; Nematodes; Ticks; Grubs; Cattle.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

As parasitoses são responsáveis por expressivas perdas econômicas na pecuária mundial devido ao atraso no desenvolvimento, baixa produtividade de carne e leite, prejuízo na qualidade do couro, gastos com tratamento, profilaxia, mão de obra e manejo e, em casos mais severos, pela mortalidade dos animais (GOMES, 1998; FRAGA et al., 2003).

Em bovinos, as infestações por ectoparasitas, principalmente por *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* e larvas de *Dermatobia hominis*, devido às lesões na pele, ação espoliadora, irritante causam sérios prejuízos econômicos e produtivos, com forte impacto na indústria coureira devido à depreciação e baixa qualidade do couro (MARQUES et al., 2000). Segundo Fernandes (2004), 70% do couro brasileiro é considerado de 2ª e 3ª categoria, forçando o país com o maior rebanho comercial do mundo, a importar esta matéria-prima. Ressalta-se também as perdas produtivas e mortalidade devido à transmissão de patógenos (GONÇALVES, 2000).

As endoparasitoses, por geralmente apresentarem-se sob a forma subclínica ou crônica, sem sintomatologia visível, tornam-se um problema relevante, uma vez que os animais sofrem de um mal imperceptível ao olho do produtor, ocasionando produtividade aquém das estimativas e deste modo, redução considerável na lucratividade do rebanho (CATTO et al., 2005).

A incidência e distribuição dos parasitas apresentam variações regionais e sazonais, dependendo de vários fatores como regime pluvial, clima, temperatura, umidade relativa, manejo, tipo de pastagem, nutrição, lotação animal, raça, idade e estado fisiológico dos animais. Em vias gerais, os animais jovens são mais sensíveis que os adultos (COLDITZ et al., 1996). Raças de origem européias e cruzas apresentam maior susceptibilidade, principalmente aos parasitas externos, em particular aos carrapatos (SILVA et al., 2007). No final da prenhez e no início da lactação há maior susceptibilidade (HOUDIJK, 2008) e animais bem nutridos suportam melhor os efeitos das parasitoses (DATTA et al., 1999), enquanto que agravos são notados nas épocas secas e/ou frias, em que ocorre diminuição da quantidade e qualidade das pastagens.

No que se refere aos fatores climáticos, diante das incertezas relacionadas ao processo natural de evolução e aos efeitos do homem,

principalmente relacionados à emissão de gases e ao efeito estufa, a compreensão das características biológicas de desenvolvimento e adaptação dos parasitas tomam rumos obscuros e de difícil previsão. Fato que dificulta o uso de estratégias de controle relacionadas à epidemiologia.

Nas décadas de 70 e 80 intensificaram-se os estudos na busca de alternativas para o controle das parasitoses e do seu conhecimento epidemiológico no país. Entretanto, mesmo com a obtenção de grandes avanços na área dos conhecimentos e no desenvolvimento de tecnologias, o controle das parasitoses ainda se fundamenta quase que exclusivamente na administração de drogas de amplo espectro de ação, aplicadas por via subcutânea, banhos de aspersão, duchas ou *pour on*, dependendo do parasita envolvido (BRITO et al., 2006). Dados de trabalhos recentes, como o de Santos et al. (2009), comprovam tal fato, ao demonstrarem que 77% das propriedades usavam somente antiparasitário para o controle de carrapatos, o que possivelmente se repete nas demais parasitoses de ruminantes.

Ressalta-se que não existem meios revolucionários capazes de resolver definitivamente o problema, porém, a associação de métodos tradicionais e alternativos, escolhidos após análise criteriosa de cada situação e local, permite obter excelentes resultados e até mesmo reduzir o uso e prolongar a vida útil dos antiparasitários. Entre eles, métodos como: boa nutrição, alternância lavoura-pecuária, consorciação de espécies animais, controle estratégico e utilização de raças ou animais resistentes são indicados há no mínimo 30 anos, com resultados satisfatórios quando aplicados a campo (HOSTE e TORRES-ACOSTA, 2011). Mais recentemente, o uso de fitoterápicos e controle biológico com fungos também tem sido proposto na tentativa de controle, mas ainda com resultados controversos e sem uso comercial (CAMPOS et al., 2007; PEREIRA, 2008; AGNOLIN et al., 2010). Fato também observado na maioria das tentativas de desenvolvimento de vacinas.

A resistência às drogas (PAIVA et al., 2001; SOUTELLO et al., 2007), resíduos químicos em produtos alimentícios de origem animal e ecotoxicidade (SPISSO et al., 2009) são hoje os principais problemas enfrentados e que ainda estimulam a busca por novos métodos para o controle dos parasitas.

A resistência desenvolvida contra os antiparasitários faz com que o controle e profilaxia se tornem cada vez mais difícil. Em grande parte, isto se deve ao uso inadequado dos produtos, pois como citam Bianchin e Honer (1995), 80% das doses de anti-helmínticos aplicadas no Brasil eram utilizadas de maneira incorreta. Assim, como os resultados não são os esperados e na tentativa de manter a situação controlada ocorre aumento crescente das dosagens, troca constante de princípio ativo, aumento na frequência de tratamentos e até mesmo uso de formulações caseiras, favorecidos pelo fácil acesso aos produtos (BRITO et al., 2006; BARCI et al., 2009a). Casos estes, em que o monitoramento do uso dos parasiticidas seria de suma importância para avaliar sua atividade e prolongar sua vida útil (OLIVEIRA et al., 2006; SANTOS et al., 2009).

Com isso, o controle exclusivo por meio de drogas se tornou uma das principais preocupações científicas, econômicas e sociais (PATARROYO e LOMBANA, 2004). Isto ocorre devido, principalmente, ao aparecimento de parasitas resistentes a todos os princípios ativos disponíveis no mercado, ocasionando altos custos pelo aumento das doses, tratamentos e mão de obra, que não apresentam resposta e eficiência no controle das parasitoses. Acrescido a isto, faz-se importante à crescente busca da população por uma vida saudável, usufruindo de alimentação sem riscos químicos, provinda de um sistema de agricultura sustentável. Assim, considerando-se o mundo globalizado, cujo mercado é cada vez mais competitivo e exigente, esses fatores podem impedir a agregação de valor e até mesmo as exportações de produtos (BARCI et al., 2009b).

O uso da própria resposta imune do animal aparece como uma grande aliada na dissolução dos pontos de estrangulamento encontrados tanto na parte comercial quanto no sistema produtivo de bovinos (WALLER and THAMSBORG, 2004). Na última década, a busca pela compreensão dos complexos mecanismos imunológicos e pela identificação dos genes envolvidos na resistência natural contra os parasitas vem sendo feita utilizando-se ferramentas da genética molecular que possibilitam a prospecção e o isolamento de tais genes (MARTINEZ e MACHADO, 2002; HUNT, 2011).

Mediante essas observações e conhecimentos, a resistência natural dos bovinos ao parasitismo deve ser constatada e utilizada, tendo por base as

raças resistentes, o cruzamento entre raças e a seleção de indivíduos dentro da própria raça (HOSTE e TORRES-ACOSTA, 2011). A partir de então, por serem características herdáveis, por meio de seleção de animais resistentes e de melhoramento genético, pode ser feita a multiplicação dos melhores genótipos (FRAGA et al., 2003). Esse processo apresenta resultados a médio e longo prazo. No entanto, o tempo se aproxima ao do desenvolvimento de novos antiparasitários, porém apresenta como vantagem a não agressão ao meio ambiente e ausência de efeito residual nos produtos e subprodutos de origem animal, e principalmente, por ser de fácil aplicação nas propriedades.

Alguns recursos naturais bovinos existentes no país aparecem como possíveis contribuintes para a sustentabilidade dos sistemas de produção animal, pois a variação genética existente entre as raças de *Bos taurus* e *Bos indicus* possibilita a identificação de características relacionadas tanto à resistência aos parasitas, como também a adaptação em ambientes diversos e à qualidade dos seus produtos (MARTINEZ e MACHADO, 2002).

Um recurso genético a ser estudado é o bovino Crioulo Lageano (*Bos taurus taurus*), raça naturalizada das regiões fisiográficas dos Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul e do Planalto Catarinense. Conhecimentos empíricos relatam uma maior resistência tanto a ectoparasitas quanto a endoparasitas nos animais da referida raça.

Frente a esses relatos, o presente trabalho se propôs a dar início aos estudos parasitológicos nos animais da raça Crioula Lageana, a fim de verificar se procede esta informação sobre a resistência desses animais aos parasitas. Neste trabalho, o desempenho de animais jovens da raça Crioula Lageana foi comparado ao de animais meio-sangue Angus (*Bos taurus taurus*).

2. A RAÇA CRIOULA LAGEANA

Os bovinos sempre acompanharam as movimentações dos povos. Deste modo, com a colonização da América por espanhóis e portugueses foram introduzidas raças oriundas da Península Ibérica (MAZZA et al., 1994), das quais descendem a maioria das raças naturalizadas do Brasil. Os primeiros lotes de animais chegaram a América do Sul por volta da terceira década do

século XVI, sofrendo disseminação territorial através das missões jesuíticas (PRIMO, 1992).

A raça naturalizada brasileira, reconhecida hoje como Crioula Lageana, surgiu através do trabalho de resgate e preservação feitos nos municípios de Lages - SC e Ponte Alta - SC, principalmente por dois pecuaristas pertencentes à família Camargo, os quais agruparam e mantiveram alguns animais remanescentes do gado denominado, nos anos idos, franqueiro, raça velha ou pêlo duro, que em sua maioria foram encontrados nas serras, em locais longínquos e de difícil acesso (VEIGA, 2007). Esses animais eram descendentes dos rebanhos formados nos Campos de Cima da Serra por indivíduos que se desgarravam das tropas que iam da campanha gaúcha com destino à cidade de Franca, os quais tinham como finalidade abastecer de carne todo o estado paulista.

Os animais se caracterizam por coloração de pelagem bastante variada podendo apresentar-se de cor única ou pintada. A pelagem africana é predominante, apresentando partes do corpo com pelos brancos, com focinho, orelhas e manchas nas cores vermelha ou preta (CAMARGO e MARTINS, 2005) (Figura 1). A raça possui as variedades mocha e aspada. Os chifres, quando presentes, são longos, prolongam-se no sentido horizontal para as laterais e curvam-se para frente e para cima nos machos. Nas fêmeas, eles são mais delicados, com a extremidade distal dirigida para fora e pontas voltadas caudalmente. O corpo é robusto, tamanho mediano, tórax largo e profundo, garupa comprida e larga, ossatura forte e massa muscular desenvolvida e bem distribuída por todo o corpo (ABCCL, 2008) (Figuras 2 e 3).

As fêmeas são bastante longevas, não sendo raro encontrar algumas com mais de quinze anos de idade ainda férteis. Produzem bezerros pequenos facilitando o parto, mas que apresentam bom desenvolvimento ponderal até a desmama. As fêmeas, além de serem dóceis, são dotadas de excelente habilidade materna (CAMARGO e MARTINS, 2005).

Acredita-se que os desafios impostos pelas condições climáticas extremas durante os rigorosos invernos da região Sul, com sucessivas geadas e nevascas, a falta de alimento, os predadores e o próprio abandono nas grandes extensões rurais de tempos remotos, contribuíram para a formação de

uma raça adaptada às condições ambientais das regiões de altitude e ao clima subtropical (CAMARGO e MARTINS, 2005), bem como acumularam, após quase cinco séculos de seleção natural, características referentes à resistência às doenças e aos parasitas (MARIANTE et al., 2005). Referindo-se assim, ao fato da pequena interferência do homem na sua formação ter resultado na sobrevivência dos mais adaptados.



FIGURA 1 - Touro aspado da raça Crioula Lageana de pelagem africana preta.

Foto: Edison Martins.

No entanto, com a importação de animais de raças taurinas européias, que embora mais produtivas são mais exigentes e não possuem as características de adaptação, pouco a pouco, cruzamentos absorventes foram substituindo as raças naturalizadas, fazendo com que muitas destas estejam hoje ameaçadas de extinção. Este fato fez com que um número considerável de criadores e pesquisadores passassem a dar a merecida importância a essas raças, principalmente pela sua adaptação ao ambiente (MARIANTE, 2007) e por acreditarem que as raças nativas possuem alelos únicos de grande importância econômica que, se perdidos, podem não ser mais recuperados (MARTÍN-BURRIEL et al., 1999).



FIGURA 2 - Touro mocho da raça Crioula Lageana de pelagem africana preta.

Foto: Márcio Antônio Rosa Camargo.



FIGURA 3 - Vaca aspada e bezerro da raça Crioula Lageana, ambos de pelagem africana vermelha.

Foto: Márcio Antônio Rosa Camargo.

Neste contexto, a partir do conhecimento e divulgação de algumas características da raça Crioula Lageana e da realização de estudos isolados, sempre em parceria com os núcleos de conservação da família Camargo que serviram de base para a multiplicação e difusão da raça, formou-se um grupo de criadores, que posteriormente fundou a Associação Brasileira de Bovinos da Raça Crioula Lageana – ABCCL em outubro de 2003.

A raça Crioula Lageana também despertou interesse em alguns grupos de pesquisa, sendo que instituições como Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Embrapa Pecuária Sul/Bagé-RS, Universidade de Brasília - UnB, Centro Nacional de Recursos Genéticos - Cenargem/Embrapa, entre outras, têm desenvolvido estudos com a referida raça.

Atualmente, os animais da raça Crioula Lageana estão distribuídos pelos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal. Esses núcleos fora da área de origem são importantes por serem uma forma de *back up* sanitário, principalmente em relação ao estado de Santa Catarina na questão da febre aftosa (livre sem vacinação), bem como pelo fato da preservação e uso de recursos genéticos, permitindo inclusive a realização de estudos comparativos no que se refere à adaptabilidade da raça em diferentes biomas.

A raça teve avanços significativos através do incremento no número e formação da associação de criadores, desenvolvimento de pesquisas, reconhecimento como raça naturalizada brasileira pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em 2008, da distribuição em diferentes regiões do país e, principalmente, pelo aumento no número de indivíduos na população total, que atualmente se aproxima a três mil indivíduos.

Deste modo, ao se assegurar a sobrevivência de raças autóctones como a Crioula Lageana, cria-se a possibilidade de que no futuro, as mesmas possam constituir fonte de material genético capaz de melhorar a resistência de outras raças a condições desfavoráveis no seu ambiente de criação (MARIANTE, 2007).

3. PARASITOSSES BOVINAS

A eficiência da exploração comercial de bovinos em regiões tropicais e subtropicais depende do seu potencial de produção e da sua capacidade de adaptação ao ambiente. Contudo, as parasitoses sempre foram apontadas como um entrave nos sistemas produtivos de ruminantes (WALLER e THAMSBORG, 2004).

As enfermidades decorrentes do parasitismo podem ocorrer devido à ação mecânica, tóxica, espoliadora, irritativa, infecciosa, antigênica, anóxica e/ou enzimática (FORTES, 2004). Entretanto, os prejuízos podem se apresentar de forma banal, substancial ou mesmo insuportável, variando em função do número de parasitas, tipo e grau de lesão que provocam, bem como do vigor e estado nutricional do hospedeiro. Souza et al. (1995) observaram que o efeito do tratamento no controle integrado das parasitoses de bovinos resultou no acréscimo de 53,07 kg no peso vivo em sete meses de estudos.

No entanto, é grande o número e a complexidade de fatores que agem direta e indiretamente na dinâmica populacional dos parasitas. Muitos deles estão relacionados às condições climáticas, que no Brasil são amplamente favoráveis ao seu desenvolvimento, permitindo que populações se estabeleçam em praticamente todo o território nacional e em todas as estações do ano (BARCI et al., 2009c).

3.1. Endoparasitoses

No Brasil, os bovinos estão expostos à infecção por parasitas gastrintestinais e pulmonares dos gêneros: *Haemonchus*, *Cooperia*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus*, *Nematodirus*, *Oesophagostomum*, *Bunostomum*, *Chabertia*, *Strongyloides*, *Trichuris*, *Moniezia*, *Toxocara*, *Eimeria* e *Dictyocaulus*.

As infecções por nematódeos são um dos principais problemas produtivos, de saúde e de bem-estar associados às criações extensivas de bovino (HOSTE e TORRES-ACOSTA, 2011). Cabe ressaltar que, praticamente 100% dos ruminantes criados a pasto possuem uma ou mais espécies de helmintos gastrintestinais, que, geralmente, apresentam-se na forma subclínica ou crônica, com raros relatos de casos agudos (CATTO et al., 2005).

As infecções mistas por vários gêneros são as mais comuns, resultando na combinação de diferentes ações patogênicas no mesmo animal. Essas ações causam prejuízos que podem ser devido à anorexia ou hiporexia, perda de sangue e proteínas gastrintestinais e alterações protéicas, minerais e nas atividades de certas enzimas digestivas que levam a quadros de diarreia. Consequentemente, ocasionam baixo ganho ou perda de peso, atraso no crescimento e índices produtivos abaixo dos esperados (BOWMAN, 2006).

O ciclo biológico dos nematódeos compreende duas fases, sendo uma de vida livre, responsável pela contaminação ambiental, na qual os ovos evoluem para larvas infectantes que ficam à espera de hospedeiros onde causarão futuras infecções. A outra, uma fase parasitária, compreende desde a ingestão da forma infectante juntamente com a pastagem até sua evolução para o estágio adulto (ANDERSON, 2000).

No ambiente, o bolo fecal serve como reservatório de ovos por até seis semanas, abrigando larvas por meses. Após saírem das fezes, as larvas também sobrevivem longos períodos, de até 210 dias, sendo que os menores, em torno de 60 dias, são observados no Planalto Catarinense na primavera (RAMOS, 1999).

O ciclo dos helmintos pertencentes à Família Trichostrongylidae e também ao gênero *Oesophagostomum*, reconhecidamente os mais importantes para a bovinocultura, caracteriza-se por ser direto, com ovos típicos compostos por uma casca lisa e elipsóide, contendo um embrião no estágio de mórula no seu interior. A mórula evolui para o primeiro estágio larval (L1). Após eclosão do ovo, a L1 se alimenta e sofre a primeira ecdise que dará origem ao segundo estágio larval (L2), que da mesma forma que o primeiro, permanece no bolo fecal se alimentando de bactérias. Da segunda ecdise emerge o terceiro estágio larval (L3), o qual permanece com a cutícula de L2, que servirá de bainha protetora dando maior resistência a forma infectante no ambiente. As L3 migram para fora do bolo fecal, atingindo assim a pastagem, a partir de onde serão ingeridas. A perda da cutícula da L3 ocorre na luz do tubo digestivo e a partir de então as larvas penetram na mucosa e migram pelos tecidos adjacentes até atingirem seu sítio preferencial de ação, que pode ser o abomaso ou intestinos, onde passam por mais duas ecdises até atingirem a fase adulta (BOWMAN, 2006) (Figura 4).

Na fase de migração pela mucosa, a larva histotrófica sofre ação direta do hospedeiro. Assim, o tempo dessa etapa é bastante variável, dependendo da resistência/susceptibilidade do animal. As larvas de quarto estágio podem ficar em estado de inatividade na mucosa, denominado hipobiose, até acharem condições favoráveis para retomar o desenvolvimento (ANDERSON, 2000).

Em geral as fêmeas realizam posturas de 50 a 800 ovos/dia, com variação em relação ao gênero e espécie parasita e da resposta imune do hospedeiro. O gênero *Haemonchus* é uma exceção, uma vez que elimina de 5 a 10 mil ovos/dia. O período pré-patente (PPP) dura entre 15 e 28 dias na família Trichostrongylidae e 32 e 42 dias no gênero *Oesophagostomum*, se em condições ideais de temperatura e umidade (FORTES, 2004).

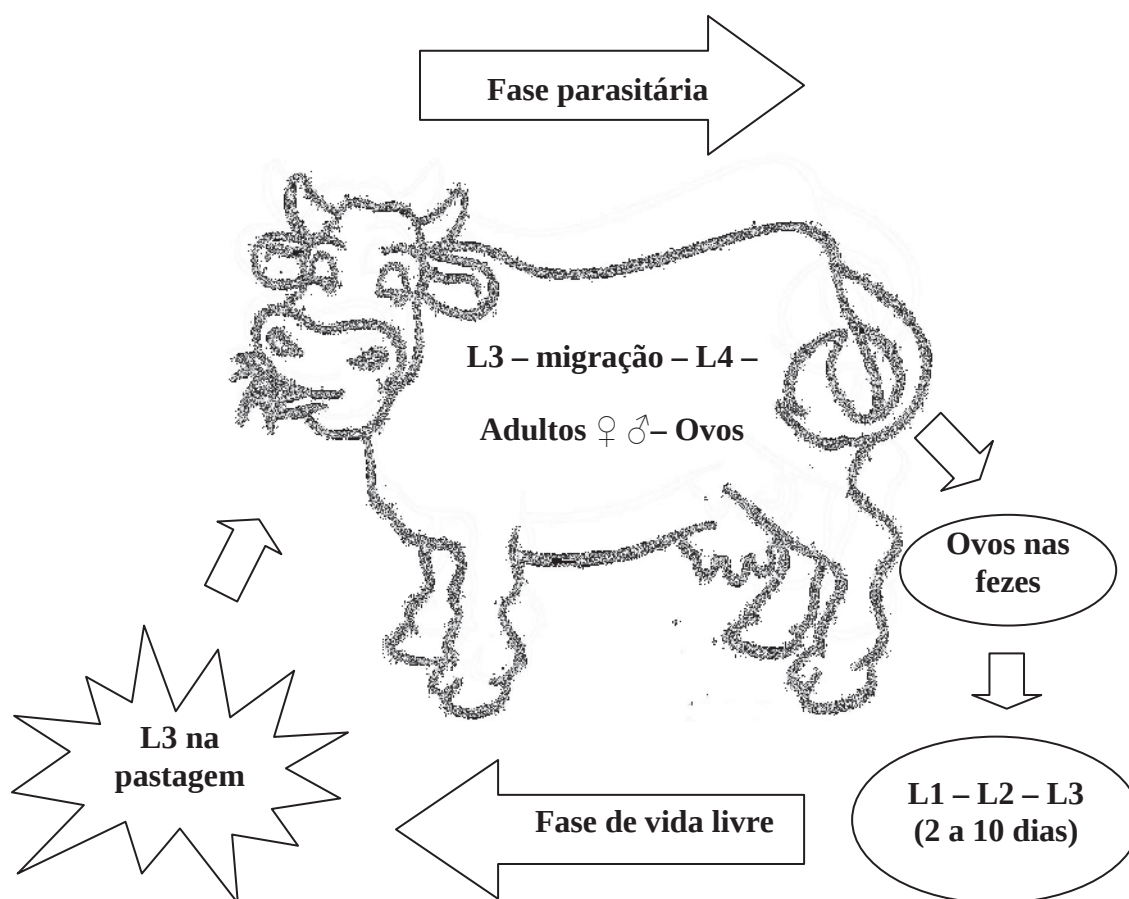


FIGURA 4 – Ciclo biológico esquemático de nematódeos da Família Trichostrongylidae e gênero *Oesophagostomum*.

Fonte: www.google.com.br/imagens (modificado).

Quadros de diarreia são associados a infecções maciças por *Trichostrongylus* sp., *Cooperia* sp. e quadros agudos reativos à presença de nódulos de larvas de *Oesophagostomum* sp. (20 mil - 250 mil larvas) no intestino. Anemias severas, com palidez de mucosas, caracterizam a presença de grande quantidade de *Haemonchus* sp. e *Ostertagia* sp. (FORTES, 2004).

O diagnóstico dessas infecções gastrintestinais é feito através da pesquisa de ovos de helmintos nas fezes e de coprocultura, para determinação dos gêneros de nematódeos presentes no rebanho (FOREYT, 2005).

3.2. Ectoparasitoses

O carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* e as larvas de mosca *Dermatobia hominis* são os principais ectoparasitas de bovinos, juntamente com *Haematobia irritans* (SILVA et al., 2010).

Perdas expressivas na produtividade e devido à mortalidade de animais pela espoliação sanguínea e em consequência da transmissão de patógenos são comuns nas ectoparasitoses (BRITO et al., 2006). Além disto, por perfurarem e lesionarem a pele, o couro sofre grande depreciação, o que, muitas vezes, impossibilita seu aproveitamento na industrialização (FERNANDES et al., 2007).

Em relação às perdas produtivas, trabalho com vacas holandesas lactantes mostrou redução de 2,86 L de leite por dia (11,5%) em animais parasitados por carrapatos, bem como perda de peso de 10,6 kg em comparação às vacas livres desses parasitas, num período de 15 semanas (JONSSON et al., 1998).

3.2.1. *Dermatobia hominis*

Dípteros pertencentes à família Cuterebridae, de ocorrência em áreas úmidas, com vegetação, temperaturas em torno de 20°C e umidade relativa do ar elevada (85 a 95%). Segundo Fortes (2004), esta mosca é encontrada desde o sul do México até o norte da Argentina, não tendo sido diagnosticada no Chile.

Os adultos são moscas de tamanho grande, com abdome azul metálico, de vida livre e que não se alimentam, vivendo com reservas adquiridas na fase

larval. Áreas sombreadas de mata próximas às pastagens são os principais locais povoados por esses insetos (MARCONDES, 2001).

As larvas são biontófagas e, portanto, parasitas obrigatórios periódicos (FORTES, 2004), responsáveis por causar a dermatobiose ou miíase primária cutânea nodular, podendo atingir animais domésticos e silvestres, inclusive humanos (LEITE et al., 1999; ABRAHAM et al., 2011).

O ciclo biológico se completa em torno de 10 a 20 semanas, sendo semelhante o tempo da fase parasitária e da fase pupária no solo (Figura 5). Após a emergência do pupário, os adultos copulam várias vezes e a fêmea inicia postura em dois dias. Para tanto, ela precisa capturar, durante o voo insetos menores (foréticos), geralmente hematófagos, para servirem de vetor, fixando seus ovos (10-50 ovos) no abdome desses dípteros. Cerca de uma a duas semanas depois as larvas estão formadas e prontas para deixar o ovo, o que ocorre no momento que o vetor pousa no hospedeiro. Por termossensibilidade, abre-se o opérculo do ovo possibilitando a saída da larva. Esta penetra na pele de forma ativa ou através do orifício da picada do vetor, atingindo o tecido subcutâneo do animal em cinco a 95 minutos. Caso o vetor voe antes da descida da larva, esta se recolhe no interior do ovo e fecha-se o opérculo até que um novo hospedeiro de sangue quente seja identificado, podendo perdurar aí viável por 20 a 24 dias. A fase larval ou parasitária é composta por três estágios evolutivos (L1 – 8 dias, L2 – 15 dias e L3 – 30 dias pós-infestação (PI)), os quais se alimentam e deixam o hospedeiro em média seis semanas após a infestação. A larva madura cai no solo, procura por pontos úmidos e protegidos, onde se desenvolve a forma pupal, que dura de 22 a 40 dias (FORTES, 2004).

Em condições de laboratório, o período de vida dos adultos de *D. hominis* variou de dois a 11 dias, com postura de um a 438 ovos/fêmea (RIBEIRO et al., 1993) e a percentagem de viabilidade do primeiro, segundo e terceiro estágio larval foi de 38,5; 77,9 e 93,3%, respectivamente (SILVA JUNIOR et al., 1999).

A manutenção do ciclo de *D. hominis* nos meses de inverno é proporcionada pela queda das larvas ao final do verão, as quais ainda encontram boas condições de temperatura e umidade no solo e conseguem atingir a forma adulta no inverno, promovendo a manutenção das populações no ambiente durante todo o ano (BRITO e MOYA-BORJA, 2000). Grande parte

das larvas fica em estado de dormência no solo nas épocas mais frias e secas, o que também possibilita sua sobrevivência nas épocas menos favoráveis (OLIVEIRA et al., 1999).

Um ponto relevante para a permanência das infestações por larvas de *D. hominis* é a presença de vetores carreadores dos ovos. Neste sentido, Gomes et al. (1998) constataram a participação de exemplares das famílias *Fanniidae*, *Sarcophagidae*, *Muscidae* e *Calliphoridae*. Esses autores observaram que as estações mais chuvosas, bem como locais de pastagens com maiores densidades de árvores, apresentaram o maior número de indivíduos capturados e veiculadores de ovos. Os mosquitos e mutucas também podem servir como vetores de *D. hominis*.

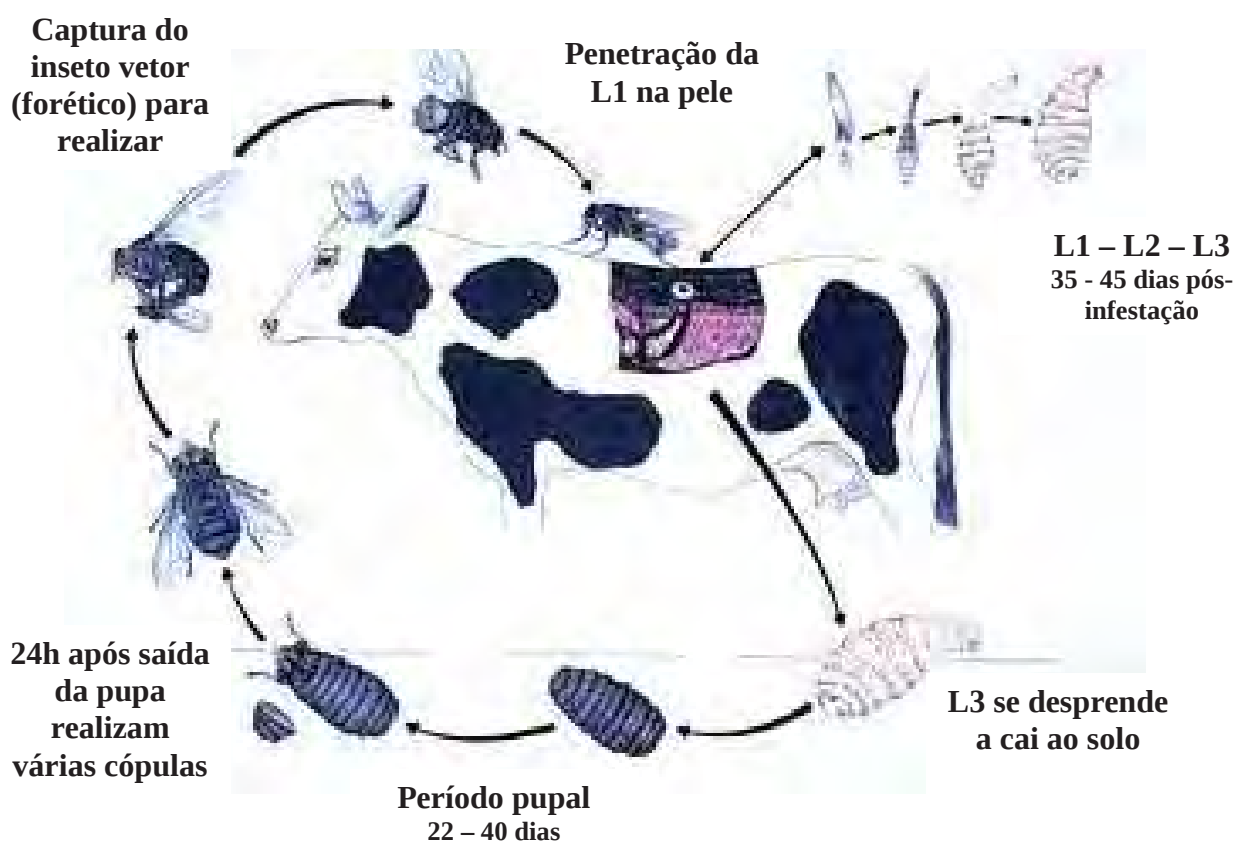


FIGURA 5 - Ciclo biológico esquemático de *Dermatobia hominis*.

Fonte: www.google.com.br/imagens (modificado).

O diagnóstico da dermatobiose é feito pela visualização dos nódulos furunculares com orifício central que serve para a respiração das larvas, confirmado pela extração da larva piriforme e com dupla fileira de espinhos nos três a cinco segmentos na extremidade anterior (FORTES, 2004).

3.2.2. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*

Pertencente à família Ixodidae, denominados carrapatos duros por apresentarem escudo dorsal, é hematófago e parasita obrigatório em todas as fases, sendo que cada fêmea absorve de 0,5 a 2 mL de sangue por dia. A alimentação e as mudas evolutivas acontecem sobre a pele do mesmo animal, sendo hospedeiros preferenciais os bovinos. No entanto, podem ser encontrados em outros mamíferos domésticos e selvagens (FORTES, 2004).

Esses carrapatos são comumente encontrados nas áreas de exploração pecuária entre os paralelos 32°N e 35°S, que compreende regiões tropicais e subtropicais, atingindo cerca de 75% da população mundial de bovinos (CORDOVÉS, 1997).

As larvas, ninfas e adultos alimentam-se uma única vez. Entretanto, são necessários alguns dias para o seu ingurgitamento, principalmente para fêmeas adultas. A postura é realizada no solo, embaixo de pedras, frestas ou outros locais protegidos, iniciando de dois a 12 dias após a queda da teleógina. Os ovos são arredondados, de coloração âmbar e brilhantes. Após a postura de milhares de ovos (2 a 4 mil) que ficam aglutinados, o que leva de 15 a 43 dias, as fêmeas morrem (CORDOVÉS, 1997).

Nos meses mais frios as posturas são reduzidas, com grande parte dos ovos inférteis. Os períodos evolutivos sofrem ação direta do meio e ficam mais alongados nesses períodos, retomando gradativamente à normalidade a partir da melhora nas condições climáticas. Em condições ideais, em regiões onde os invernos não são rigorosos, as posturas são férteis ao longo de todo o ano (SOUZA, 1999).

O ciclo procede com a eclosão das larvas hexápodas após incubação dos ovos por seis a sete dias (Figura 6). Essas larvas, em quatro a seis dias, se tornam ativas e com capacidade infectante, atingindo as pastagens, onde ficam a espera do hospedeiro (FORTES, 2004). O tempo de sobrevivência das larvas pode chegar a 200 dias sem alimentação, sendo menos longevas nas épocas

de temperaturas elevadas (SOUZA, 1999). A fase parasitária dura em média 21 dias (CORDOVÉS, 1997).

O carrapato, além de causar perdas pelo estresse, consumo de quantidade considerável de sangue (BRITO et al., 2006), perdas no couro pelas lesões da picada e infecções secundárias (FERNANDES, 2004) e causar imunossupressão (JONSSON, 2006), é o principal vetor de agentes como o *Anaplasma marginale*, *Babesia bovis* e *Babesia bigemina*, causadores do complexo tristeza parasitária bovina, doença que vitima muitos animais anualmente (GONÇALVES, 2000).

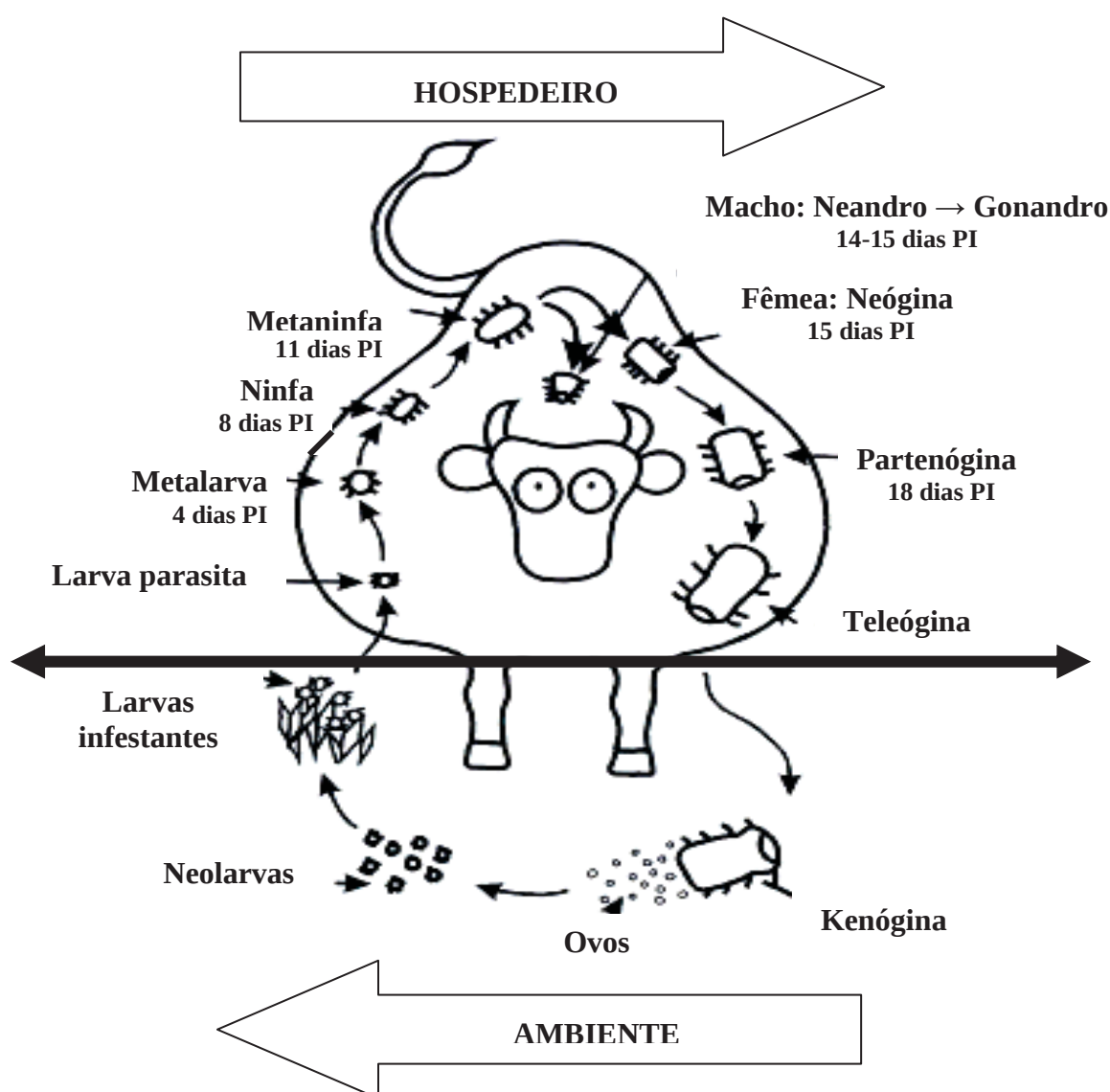


FIGURA 6 - Ciclo biológico esquemático de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

Fonte: www.google.com.br/imagens (modificado).

O diagnóstico das infestações por carrapatos é feito pela visualização dos parasitas, geralmente de fêmeas ingurgitadas devido seu maior tamanho.

Vacinas comerciais estão disponíveis para o seu controle, sendo recomendado o uso integrado com métodos alternativos (ANDREOTTI, 2006) e auxiliares no controle, sem a capacidade de dizimar populações de parasitas.

4. RESPOSTA IMUNOLÓGICA FRENTE AO PARASITISMO

A resposta imune, ou seja, a capacidade dos animais de desenvolverem e expressarem resistência contra os parasitas pode ser uma característica genética do indivíduo; adquirida pelo colostro; induzida por vacinas ou infecções/infestações prévias, podendo ainda ser incrementada pela suplementação nutricional (ATHANASIADOU e HUNTLEY, 2008; SYKES, 2008).

Esta resposta pode ocorrer de diferentes formas, tais como: rápida eliminação dos parasitas sem danos graves, eliminação com poucos danos, coexistência benigna ou ausência de reação, causando danos severos que debilitam e até mesmo vitimam os animais (FINKELMAN et al., 2004).

A totalidade dos mecanismos envolvidos nesse processo ainda não está bem esclarecida devido ao seu caráter multifatorial e complexo (INGHAM et al. 2008), principalmente por ser dependente da atuação de grande quantidade de anticorpos, citocinas, células e genes (TIZARD, 2009).

Basicamente, o processo imune se inicia frente ao estímulo por antígenos específicos encontrados nos parasitas, que desencadeiam uma reação de recrutamento, direcionamento e ativação de leucócitos, principalmente eosinófilos, combinados a produção de anticorpos e sinalização de citocinas (SYKES, 2008).

Sucintamente, a imunidade geral dos mamíferos contra os parasitas é dependente dos linfócitos T e está relacionada a alterações inflamatórias, sendo auxiliada pela produção de anticorpos específicos. Dentre os mecanismos efetores estão a imunidade humoral, mediada por linfócitos B e caracterizada pela formação de anticorpos das classes das imunoglobulinas

(Ig) tipos IgG, IgM, IgA e IgE e a imunidade celular, mediada por linfócitos T (TIZARD, 2009).

Os neutrófilos bovinos apresentam enorme capacidade para ligarem-se às proteínas da membrana celular de células com necrose e apoptose, sendo que essas proteínas alteram o fenótipo e função dos neutrófilos. Acredita-se que esse fato seja responsável pelo aumento da capacidade desses animais, tanto na resposta inata como adaptativa (WHALE e GRIEBEL, 2009).

O sistema neuroendócrino desempenha papel importante no contexto de defesa por estar diretamente relacionado ao sistema imunológico, isto pelo fato de muitos peptídeos com função mediadora na resposta imune terem impacto no sistema hipotálamo-hipófise-adrenal e no eixo simpático da medula adrenal (SYKES, 2008).

Os avanços tecnológicos ao longo dos últimos anos, em especial ao advento da biologia molecular (genoma, proteoma, transcriptoma), têm possibilitado o conhecimento de parte dos componentes envolvidos nessa defesa, principalmente contra os nematódeos gastrintestinais. Desta maneira, tornou-se possível o mapeamento genético, a identificação de moléculas e exploração de seus mecanismos e percursos celulares, como também a avaliação da sua importância na resposta contra os parasitas (ATHANASIADOU e HUNTLEY, 2008).

O desenvolvimento e atuação da resposta imune são sempre desejáveis, desde que os custos sejam compensados pelos seus benefícios, pois este processo requer grande quantidade de energia do hospedeiro. Neste sentido, Colditz (2008) identificou seis possíveis formas de gastos energéticos pelo sistema imune para desenvolver a resposta contra os parasitas, tais quais: aumento da atividade metabólica, redução da disponibilidade de nutrientes devido à anorexia, alterações na prioridade de utilização dos nutrientes, alteração no tamanho e volume das diferentes células e proteínas relacionadas ao sistema imune, ocorrência de imunopatologias como consequência de uma resposta inadequada ou excessiva e o custo genético por mudanças ocorridas para garantir a herdabilidade do caráter de resistência.

Greer et al. (2008) constataram redução de 17% no consumo alimentar entre os dias 14 e 28 pós-infecção e queda de 20% na eficiência da utilização de energia em ovinos artificialmente infectados por *Teladorsagia circumcincta*,

o que não foi observado em um grupo comparativo de animais imunossuprimidos com corticosteróides. Os autores evidenciam que essas perdas foram devido ao custo energético pelo desenvolvimento da resposta imune do hospedeiro frente ao desafio imposto.

Embora estudos tentem quantificar as perdas, isso se torna difícil por envolver questões como desempenho e eficiência produtiva, que variam conforme o fenótipo e a genética do hospedeiro (GREER, 2008).

No entanto, as consequências da ação imune vêm sendo apontadas como causadoras da maior parte das perdas de produtividade e dos problemas de saúde dos rebanhos (SYKES, 2008).

4.1. Complexo hospedeiro/parasita/meio

A habilidade dos animais responderem imunologicamente frente ao parasitismo é uma característica herdável (BARGER, 1989) e controlada por genes, variando entre espécies, raças, idades, estados nutricionais e fisiológicos, bem como conforme o indivíduo, o parasita em questão e o ambiente onde vivem (WALLER e THAMSBORG, 2004; HOSTE e TORRES-ACOSTA, 2011).

Assim, a ocorrência de doenças parasitárias é um “jogo” entre o hospedeiro, o ambiente e o parasita, onde qualquer variação em um ou mais componentes pode modificar profundamente o curso e o resultado da infecção (COLDITZ, 2008).

Conhecidamente, os grupos de indivíduos da mesma espécie, raça e idade não apresentam resposta uniforme contra os parasitas. Assim, observa-se uma distribuição binomial negativa na população de parasitas, sendo que a maioria dos indivíduos alberga poucos exemplares, enquanto uns poucos são altamente acometidos (AMARANTE et al., 1998).

A herdabilidade da resistência/susceptibilidade foi observada por Gasbarre et al. (2001) ao constatarem que a utilização de touros da raça Wye Angus com alta contagem de OPG resultou no nascimento de bezerros 20 vezes mais susceptíveis do que as progênies de animais resistentes.

Ao comparar a infestação de carrapatos em fêmeas Nelore e seus cruzamentos, Silva et al. (2007) observaram que os cruzamentos Nelore/Angus e Nelore/Simental foram os mais parasitados, sendo o Nelore/Cachim o grupo

intermediário e os animais puros Nelore, os mais resistentes. Reforçando, assim, que os bovinos *Bos indicus* são mais resistentes do que os *Bos taurus* frente ao parasitismo por carrapatos, como também observado por Piper et al. (2009), em que animais *B. indicus* apresentaram maior população de células mononucleares, expressão de citocinas pelos leucócitos periféricos e níveis de imunoglobulinas carrapato–específicas (IgG1).

O fator idade é importante, sendo que ruminantes jovens (até 12 meses de idade) apresentam maior susceptibilidade às infecções por bactérias, vírus e parasitas que os animais adultos. Isto ocorre não somente pelo fato da menor exposição desses indivíduos aos agentes, mas por apresentarem uma hiporresponsividade do sistema imune, ocasionada principalmente pela prioridade do organismo no desenvolvimento corporal, com menor aporte nutricional para o sistema de defesa. Nestes casos, ocorre uma menor produção de linfócitos, devido à imaturidade fisiológica aliada a supressão pelos anticorpos recebidos de forma passiva pelo colostro e ao estresse pós-desmame (COLDITZ et al., 1996).

A imunidade do animal também sofre influência da nutrição. A prioridade do organismo é sua manutenção para preservar a vida, seguida do crescimento e reprodução para salvaguardar seu material genético. Diante deste fato, a resposta contra os parasitas ocupa uma posição de baixa prioridade (COOP e KYRIAZAKIS, 2001). Sendo assim, a energia somente será despendida na ação contra os parasitas, caso as demais citadas acima estejam em pleno funcionamento. A nutrição tem ainda grande importância na produção das imunoglobulinas, essenciais na resposta contra os parasitas (BRUNETTO et al., 2007).

Pesquisas demonstram que a suplementação protéica de ovinos, além de aumentar as taxas de ganho de peso, produção de lã e a qualidade de carcaça, está bastante relacionada à produção de defesas contra os parasitas (COOP e HOLMES, 1996; DATTA et al., 1999), principalmente em relação à obtenção de animais resistentes e resilientes. Os minerais também são de extrema importância tanto para o metabolismo celular quanto para o desenvolvimento e função do sistema imunológico. Porém, estudos ainda precisam evidenciar suas funções isoladas bem como em suas associações (McCLURE, 2008).

Deste modo, fatores climáticos que limitam o fornecimento de pastagens em alguns períodos do ano contribuem de forma favorável para as parasitoses em geral, pois desequilibram o sistema imune e favorecem as grandes infecções e infestações. Dentro ainda da questão nutricional, o aleitamento pode influir no estabelecimento dos parasitas. Observou-se que cordeiros lactentes apresentaram menor estabelecimento larval que os desmamados devido a uma oferta maior de nutrientes (IPOSU et al., 2008).

O estado fisiológico do animal influi na imunidade, com aumento da sensibilidade às infecções por parasitas em fêmeas no final da gestação e início da lactação. Isto ocorre, possivelmente, devido ao maior recrutamento de energia para desenvolvimento da prole e produção de leite, ocasionando a falha do sistema imune por uma questão de prioridade (HOUDIJK, 2008), como também pela elevação nos níveis de cortisol, conhecidamente um potente imunodepressor. Entretanto, constatou-se que o fornecimento de dieta suplementar nesta fase melhora a resposta contra os parasitas e evita perdas (VALDERRÁBANO et al., 2006).

O parasita em questão e sua fase evolutiva devem também ser considerados, mesmo porque há diferentes locais de ação e alimentação do agente agressor. Sabe-se que diferentes espécies de helmintos podem expressar o mesmo antígeno na fase larval (L3 ou L4), que não é encontrado na forma adulta, sugerindo que cada fase evolutiva estimula uma resposta específica (MEEUSEN et al., 2005).

Neste sentido, Li et al. (2007) encontraram diferentes citocinas no abomaso e intestino delgado de bovinos infectados com *O. ostertagi* e *C. oncophora*, sugerindo que diferentes parasitas podem induzir distintas respostas imunes no mesmo hospedeiro. Balic et al. (2000a) também demonstraram essa diferença de resposta frente à infecção por larvas e adultos de *H. contortus* em cordeiros, constatando que a resposta ao parasitismo por larvas ocorreu pela ação de células T e B, com recrutamento de eosinófilos. No caso da infecção por adultos, observaram uma resposta predominantemente local com grande número de mastócitos.

Medicamentos, enfermidades ou situações que promovam uma depressão ou supressão do sistema imune também podem comprometer a resposta contra os parasitas. Um exemplo é a utilização da dexametasona que

apresentou ação depressora na resposta imunológica em ovinos, ao inibir as funções dos linfócitos, com consequente comprometimento da imunidade humoral e celular (PEÑA et al., 2004). O mesmo foi constatado com a utilização de acetato de metilprednisolona (GREER et al., 2008).

O estresse é outro fator de relevância na variação da resposta do sistema imunológico. Situações estressantes ocasionam a liberação de adrenalina e corticosteróides que podem suprimir o efeito protetor do sistema imune. Assim, fatores como enfermidades, subnutrição, desmame, manejo com uso de cães, transporte, vacinação, lesões de casco, chuva forte ou uma simples mudança de pasto, agindo de forma isolada ou conjunta, podem comprometer o funcionamento do sistema imune do animal e facilitar o parasitismo.

4.2. Parasitas gastrintestinais

Em ruminantes, a resposta imune contra endoparasitas ocorre de forma semelhante aos demais mamíferos, estando relacionada a alterações na mucosa do trato gastrointestinal e nos tecidos linfóides adjacentes. O mecanismo responsável ainda não está completamente esclarecido. No entanto, tem sido relacionado à resposta mediada pelos linfócitos Th2 CD4⁺O, com aumento no número de mastócitos na mucosa, eosinofilia, produção de anticorpos específicos, presença de substâncias inibidoras no muco e aumento de sua produção (AMARANTE e AMARANTE, 2003).

Os antígenos dos helmintos promovem, preferencialmente, a ativação de linfócitos Th2, com produção das interleucinas (IL) tipos IL-4, IL-5, IL-10 e IL-13, que estimulam a produção de anticorpos, especialmente IgE. Além disso, em virtude da ação da IL-5, ocorre eosinofilia. As alterações clínicas e patológicas, observadas na resposta imune contra helmintos, assemelham-se às reações de hipersensibilidade tipo I e III (TIZARD, 2009).

Os mastócitos agem como uma resposta rápida a desafios contínuos, servindo como sentinelas para detecção e ataque aos antígenos conhecidos, principalmente através de histaminas e IgE específicas. Isto ocorre pelo fato de possuírem histaminas pré-formadas estocadas em grânulos citoplasmáticos que podem ser liberados pouco tempo após o estímulo e por serem células dotadas de receptores de alta afinidade para IgE, responsável pelo

desencadeamento da liberação de todos os componentes inflamatórios na resposta imune contra nematódeos (BALIC et al., 2000b).

Nos casos onde ocorre uma baixa infecção e, conseqüente, redução das células da resposta imunológica no epitélio gastrointestinal, algumas larvas conseguem penetrar na mucosa e desencadeiam uma resposta inflamatória com recrutamento de eosinófilos e citocinas (hipersensibilidade tipo I). As respostas humorais ou celulares ocorrem conforme as variações na quantidade e viabilidade das larvas nas pastagens, correspondendo às diferentes intensidades de infecção nos animais (MEEUSEN et al., 2005).

Os animais desenvolvem imunidade devido à exposição contínua à fase larval dos parasitas. Esta resposta protetora, predominantemente local ou de mucosas, é aparentemente dirigida aos estágios imaturos, sendo em grande parte atribuída a uma resposta a antígenos de produtos secretados e/ou excretados e, possivelmente, por alguns antígenos somáticos do parasita (NEWTON e MUNN, 1999).

A imunidade adaptativa ao parasitismo está relacionada à programação de linfócitos e eosinófilos, que desencadeiam processos de degranulação, liberação de proteínas altamente tóxicas, agentes oxidantes e neurotoxinas nos tecidos próximos aos parasitas. Um conjunto de diferentes citocinas Th2 (IL-4, IL-5, IL-10 e IL-13) também está envolvido nesse processo, bem como no recrutamento de mastócitos para a mucosa e regulação de IgE (SYKES, 2008). Esta regulação ocorre principalmente pelas IL-4 e IL-13, que se ligam na superfície de linfócitos B e ativam a troca de isotipo por recombinação somática nas células B, estimulando a produção de IgE (ZAVADNIAK e ROSÁRIO, 2005).

Em bovinos, Nishi et al. (2002) demonstraram a imunidade adquirida em bezerros, os quais após infectados experimentalmente com *H. placei* desenvolveram resistência a reinfecções, com acentuado decréscimo nos valores de OPG na segunda infecção. Entretanto, nesse mesmo período, os níveis de IgG séricos mantiveram-se elevados, independentes do decréscimo das contagens de OPG. Observaram também influência da dieta, sendo que bezerros com níveis protéicos adequados apresentaram maior produção de IgG sérico, sugerindo uma melhor resposta às infecções quando comparados aos submetidos a dietas com níveis protéicos inferiores.

A resposta adquirida também foi demonstrada em ovinos, comparando animais frente ao primeiro e ao segundo desafio às infecções por *H. contortus*. Os animais pré-infectados evidenciaram concentrações superiores de proteína plasmática, aumento do período pré-patente do parasita, redução na contagem de OPG e nas taxas de estabelecimentos dos parasitas no abomaso, com baixa contagem de larvas de quarto estágio (L4) e adultos. Porém, as concentrações de anticorpos específicos (IgG, IgM e IgA) não evidenciaram claramente tal fato (GÓMEZ-MUÑOZ et al., 1999). No entanto, Sutherland et al. (1999) demonstraram aumento nas taxas de IgG anti-L3 de *Teladorsagia circumcincta*, concomitante a um aumento no número de eosinófilos periféricos nos ovinos previamente desafiados.

O reflexo da resposta imune frente ao parasitismo por nematódeos adultos pode se manifestar pela expulsão da população, por alterações na morfologia e/ou pela redução na fecundidade das fêmeas dos parasitas. Nas larvas, manifesta-se pela eliminação das formas infectantes (L3) ou pela inibição do desenvolvimento das mesmas (hipobiose) (BALIC et al., 2000b). Assim, cabe ressaltar, que o desenvolvimento da resposta imunológica leva alguns meses, pois está relacionada às diferentes fases evolutivas do parasita.

Na tentativa de elucidar os mecanismos relacionados entre o perfil hematológico de ovinos e a fecundidade das fêmeas de *H. contortus*, Rowe et al. (2008), observaram uma significativa correlação inversa entre o número de linfócitos sanguíneos e a fecundidade das fêmeas do parasita, o que não ocorreu em relação às contagens de outros leucócitos e dos eritrócitos, evidenciando desta forma uma resposta específica mediada por linfócitos.

Como mencionado, a resposta não é uniforme entre os indivíduos do mesmo rebanho, sendo possível classificar três categorias animais tais quais: resistentes - animais que nunca apresentam elevada contagem de OPG, evitam o estabelecimento dos parasitas e perfazem aproximadamente 25% do rebanho; resilientes - animais que apresentam OPG moderado, com sinais leves e imperceptíveis do parasitismo, mas com produtividade aquém do seu potencial, representando 50% do rebanho; e susceptíveis - que apresentam OPG sempre alto e produção severamente comprometida, compreendendo 25% do total de indivíduos (GASBARRE et al., 2001; AMARANTE e AMARANTE, 2003).

O método mais utilizado para seleção de animais resistentes é ainda a contagem de OPG, que está diretamente relacionada ao número e fertilidade dos helmintos (SONSTEGARD e GASBARRE, 2001). Muitos outros elementos podem e devem ser utilizados. Entretanto não há nenhum método padrão descrito. Neste sentido, estudos vêm sendo realizados utilizando contagem de OPG associada a testes imunoenzimáticos e biologia molecular, que demonstram resultados promissores na redução das perdas causadas pelo parasitismo, principalmente através da redução nos custos com tratamentos, melhora da imunidade através de vacinas ou de progenitores resistentes, juntamente com a identificação e eliminação de animais sensíveis do rebanho (GOMES, 2000; SOUTELLO et al., 2002b).

Contudo, nem sempre a resposta imune é positiva, pois dependendo da intensidade, especificidade e duração pode ocasionar imunopatologias, tais como exacerbada reação inflamatória, contração da musculatura lisa gastrointestinal, vasodilatação, aumento na secreção de muco, lesões vasculares e epiteliais, podendo inclusive causar problemas de absorção e diarreia (MEEUSEN, 1999), quadros indesejáveis e que promovem perdas nos sistemas produtivos.

4.3. *Dermatobia hominis*

A resposta imune local no parasitismo por larvas de *D. hominis* em coelhos se caracterizou por infiltrado inflamatório constituído por eosinófilos, basófilos e mastócitos, tanto em animais imunizados quanto nos somente infestados, sendo nos primeiros uma reação mais intensa e precoce, mas mesmo nesses casos a resposta não foi capaz de provocar a morte das larvas (LELLO et al., 1999).

Em bovinos, o uso de extrato imunogênico de larvas alterou a imunidade humoral, estimulando a produção de anticorpos (IgG), que atingiu o pico máximo de produção após 45 dias da primeira aplicação. Os animais imunizados apresentaram, ainda, maior produção de neutrófilos, eosinófilos e monócitos quando comparados aos animais que não receberam o extrato (FERNANDES et al., 2007).

Contraditoriamente, Barbosa et al. (2003) observaram maior média geral dos percentuais de neutrófilos segmentados e menor de linfócitos no grupo

infestado em relação ao controle, sugerindo com isso uma redução na resposta imune induzida pelos parasitas, o que atuaria como um mecanismo de escape das larvas frente ao sistema imunológico dos animais.

Outro detalhe importante é a distribuição das larvas nos animais do rebanho. Poucos animais são altamente infestados e um grande número tem pouco ou nenhum berne. Esta distribuição nos rebanhos bovinos apresenta uma curva de distribuição binomial negativa, semelhante ao que ocorre nas verminoses (MOYA-BORJA, 2003).

As contagens de nódulos de berne e total de leucócitos e eosinófilos se mostraram bons marcadores da resistência do hospedeiro frente ao parasitismo por larvas de *D. hominis* (PINTO et al., 2002).

Moya-Borja (2003) ressalta que não se deve confundir o menor parasitismo do gado Zebu como resistência desses animais ao berne como ocorre com os carrapatos, uma vez que não existe diferença entre zebuínos e taurinos quando ambos são infestados artificialmente com igual número de larvas recém-eclodidas. Isto evidencia a ausência de investigações das causas da resistência dos bovinos ao berne.

4.4. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*

A resposta imunológica local frente ao parasitismo por *R. (B.) microplus* está ligada a substâncias contidas na saliva dos carrapatos, correlacionadas à ação anticoagulante, antiplaquetária e vasodilatadora, que favorece uma resposta imune mediada por células Th2 (MEJRI et al., 2001). Esta resposta envolve células residentes e recrutam outras que, em conjunto, atuam na imunorregulação e elaboração de respostas imunes efectoras e de memória eficazes, variando em número entre animais resistentes e susceptíveis e mesmo conforme a fase evolutiva do carrapato (FRANZIN, 2009).

Nos locais de fixação de *R. (B.) microplus* em hospedeiros resistentes, desenvolve-se, além de infiltrados celulares basofílicos e eosinofílicos, degranulação de mastócitos mediada por anticorpos específicos circulantes, os quais são gerados previamente mediante estimulação dos linfócitos nos órgãos linfóides drenantes (BROSSARD e FIVAZ, 1982). No entanto, o mecanismo de resistência de bovinos aos carrapatos é considerado complexo e não totalmente elucidado (MARTINS, 2009).

Estudos histológicos revelam que as reações em hospedeiros resistentes contêm mais basófilos e eosinófilos quando comparados aos animais susceptíveis. Os maiores níveis de E-selectina, também observados nos animais resistentes, conferem maior capacidade de adesão das células T de memória no endotélio próximo a picada do carrapato, o que possivelmente explique a resposta secundária mais rápida e eficiente que limita a hematofagia e as infestações nesses indivíduos. No entanto, a expressão dos perfis das moléculas de adesão indica cinética diferenciada na reação inflamatória, tanto em animais resistentes como susceptíveis, conforme o número de picadas que o hospedeiro recebe (CARVALHO et al., 2010).

Frente às ações da resposta imune, pode ocorrer redução no número de fêmeas ingurgitadas, no seu peso e fecundidade, ou ainda aumento no seu tempo de alimentação (PATARROYO e LOMBANA, 2004).

Comprovadamente, bovinos de raças zebuínas (*B. indicus*) são mais resistentes que as de origem européia (*B. taurus*) às infestações por carrapatos. Entretanto, existe muita variação entre as raças e mesmo dentro da própria raça. Estudo demonstra que os animais da raça Brahman apresentaram quantidades significativamente mais altos de linfócitos T CD4⁺, CD25⁺ e $\gamma\delta$ (WC1⁺). Em contrapartida, os da raça holandesa apresentaram mais monócitos (CD14⁺) e outras células expressando complexo de histocompatibilidade classe II (MHCII) (PIPER et al., 2009). Esses autores concluíram que a resposta celular, humoral e a expressão gênica diferiram significativamente na circulação periférica entre bovinos resistentes (*B. indicus*) e susceptíveis (*B. taurus*) aos carrapatos, sendo que nos primeiros ocorreu uma resposta mediada por células T e nos últimos uma resposta inata através de células inflamatórias.

Acredita-se que a maior resistência observada nas raças zebuínas, além da própria resposta do hospedeiro, ocorra por fatores adaptativos, tais como pelo curto, grosso e assentado, comportamento de auto-limpeza e aspectos fisiológicos, como a liberação de maior quantidade de histamina como resposta a irritação causada pela picada do parasita. Segundo Franzin (2009), essa manifestação do sistema imunológico está diretamente relacionada ao maior número de basófilos e eosinófilos no infiltrado local, bem como ao maior número de linfócitos T e B na pele desses animais, indicando respostas imunes

adaptativas efetivas contra os carrapatos, com colaboração similar das respostas imunes humoral e celular no processo de aquisição de resistência.

Diversos grupos genéticos bovinos têm mostrado variabilidade genética de resistência ao carrapato, demonstrando que há potencial para o melhoramento dessa característica, bem como também estudos vêm sendo conduzidos na busca por genes que codificam componentes do sistema imune como interleucinas, interferons e imunoglobulinas, associados à resistência aos parasitas (REGITANO et al., 2006). Embora algumas raças bovinas sejam consideradas como de alta resistência ao *R. (B.) microplus*, nenhuma é totalmente resistente (MARTINS, 2009).

A determinação do grau de infestação por carrapatos, com base na quantificação de parasitas na região entrepernas, é uma opção promissora para seleção de animais mais resistentes (MARTINS, 2009). Devido à baixa herdabilidade desta característica, estudos vêm buscando o conhecimento e uso de marcadores moleculares para acelerar esse processo. No entanto, cabe salientar que o uso do melhoramento genético para esta finalidade foi usado com sucesso na Austrália (FRISCH et al., 2000).

Portanto, a seleção de animais geneticamente resistentes às infestações parasitárias diminuirá não só a necessidade de controle químico, como também o comprometimento dos índices zootécnicos, promovendo, desta maneira, maior ganho econômico na atividade (SOUTELLO et al., 2002a).

4.5. Uso de vacinas como promotoras de imunidade

A utilização de vacinas, que desencadeiam o desenvolvimento da resposta imune e consequente proteção dos animais frente ao agente, surge como uma possibilidade para o controle dos nematódeos gastrintestinais e ectoparasitas de bovinos, tendo a vantagem de não deixar resíduos químicos nas carcaças, não poluir o ambiente, ser bastante segura e aceita pelos consumidores (DALTON e MULCAHY, 2001). Além disto, têm grande importância no controle e prevenção, principalmente nos casos onde a resistência aos antiparasitários foi constatada.

Nas endoparasitoses, o uso de larvas infectantes vivas ou irradiadas, extratos de larvas/adultos brutos, moléculas isoladas de produtos somáticos, secretados e/ou excretados pelas diferentes fases evolutivas de diferentes

helmintos de ruminantes foram testados (WEDRYCHOWICZ et al., 1995; NEWTON e MUNN, 1999; REDMOND et al., 2006). A superfície das larvas infectantes parece ser o alvo principal da resposta imunológica, devido à íntima interação que ocorre nessa fase entre parasita e hospedeiro (MEEUSEN, 1996; NEWTON e MEEUSEN, 2003).

Estudos vêm sendo realizados usando, como antígenos, moléculas da membrana que reveste o intestino de helmintos e carrapatos, que por serem encontrados no interior dos parasitas e não terem contato direto com o hospedeiros são denominados “antígenos ocultos” (WILLADSEN et al., 1995; BASSETTO et al., 2011). Deste modo, pelo ato da alimentação, os parasitas ingerem anticorpos que irão atingir o sítio de ação no intestino, causando dano ou interferência no seu funcionamento, dificultando ou impedindo a sobrevivência do parasita. Alguns exemplos, como os antígenos H11 e H-Gal-GP, produzidos a partir da membrana glicoprotéica das microvilosidades intestinais do *H. contortus* foram isolados e testados com resultados promissores (NEWTON e MUNN, 1999; BASSETTO et al., 2011).

Em relação às ectoparasitoses, existem vacinas comerciais disponíveis para o auxílio no controle dos carrapatos. Em estudo com infestação experimental e testes em baias, mostrou-se que a eficácia de proteção das duas vacinas comerciais disponíveis, GavacTM e TickGard^{PLUS}, foi de 49,2 e 46,4% respectivamente (ANDREOTTI, 2006). Dados pouco efetivos para tratamento, porém de grande valia no uso conjunto no controle das populações mediante vacinações estratégicas (SINGH e GIRSCHICK, 2003).

Os resultados de investigações que visam o desenvolvimento de vacinas têm mostrado, no geral, a produção de uma boa imunidade, porém ainda com bastante divergência quanto às taxas de eficiência e pontos não elucidados como a ocorrência de imunidade cruzada entre alguns parasitas. Outro entrave para a produção de vacinas é a sua produção em larga escala por dificuldade na disponibilidade de grandes quantidades de antígenos. Fatos esses que fazem com que seja restrito o número de vacinas comerciais contra parasitas disponíveis no mercado (VERCRUYSSSE et al., 2004).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, a alternativa que mais preenche os requisitos produtivos, ambientais e sociais para o auxílio no controle das parasitoses é a inclusão da seleção de animais resistentes às parasitoses em programas de melhoramento genético. Esta alternativa é de fácil aplicação direta a campo e parece ser a melhor opção, mesmo que seus resultados sejam obtidos a médio e longo prazo. Visto que, se a seleção para resistência tivesse sido iniciada a partir do aparecimento das primeiras dificuldades no controle exclusivo por antiparasitários, o Brasil já contaria com populações bovinas ou seleção de raças resistentes como ocorre na Austrália.

No entanto, frente ao que foi descrito sobre a resposta imunológica, observa-se a diversidade de fatores interagindo pró e contra o parasitismo. Devido a essa complexidade são vários os pontos desconhecidos no mecanismo da resposta imunológica contra os parasitas em bovinos, principalmente pela dificuldade de descrição da ação isolada e a fração a que cada componente representa no processo como um todo.

Além disso, ressalta-se que fatores fisiológicos, comportamentais, imunológicos e anatômicos que caracterizam as diferentes raças bovinas, bem como fatores ambientais estão diretamente relacionados à resistência natural contra as parasitoses e devem ser considerados, devendo-se fazer um diagnóstico para cada situação e rebanho.

6. REFERÊNCIAS

ABCCL. *Regulamento do serviço de registro genealógico dos bovinos da raça Crioula Lageana e sua variedade mocha*. Lages: ABCCL, 2008. 28p.

ABRAHAM, L.S.; AGUIAR, D.P.; ARGENZIANO, G.; AZULAY-ABULAFIA, L.; TORRES, F. Dermoscopy features for the diagnosis of furuncular myiasis. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, v. 86, p. 160-162, 2011.

AGNOLIN, C.A.; OLIVO, C.J.; LEAL, M.L. R.; BECK, R.C.R.; MEINERZ, G.R.; PARRA, C.L.C.; MACHADO, P.R.; FOLETTO, V.; BEM, C.M.; NICLODI, P.R.S.J. Eficácia do óleo de citronella [*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle] no

controle de ectoparasitas de bovinos. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 12, p. 482-487, 2010.

AMARANTE, A.F.T.; AMARANTE, M.R.V. Breeding sheep for resistance to nematode infections. *Journal of Animal Veterinary Advances*, v. 2, p. 147-161, 2003.

AMARANTE, A.F.T.; GODOY, W.A.C.; BARBOSA, M.A. Nematode egg counts, packed cell volume and body weight as parameters to identify sheep resistant and susceptible to infections by gastrointestinal nematodes. *Ars Veterinária*, v. 14, p. 331-339, 1998.

ANDERSON, R.C. *Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission*. 2ed. Wallingford: Cabi Publishing, 2000. 650p.

ANDREOTTI, R. Performance of two BM86 antigen vaccine formulation against tick using crossbreed bovines in stall test. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 15, p. 97-100, 2006.

ATHANASIADOU, S.; HUNTLEY, J.F. Emerging technologies and their applications in interactions between nutrition and immunity to gastrointestinal parasites in sheep. *Parasite Immunology*, v. 30, p. 101-111, 2008.

BALIC, A.; BOWLES, V.M.; MEEUSEN, E.N.T. Cellular profiles in the abomasal mucosa and lymph node during primary infection with *Haemonchus contortus* in sheep. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v. 75, p.109-120, 2000. (a)

BALIC, A.; BOWLES, V.M.; MEEUSEN, E.N.T. The immunobiology of gastrointestinal nematode infections in ruminants. *Advances in Parasitology*, v. 45, p. 181-241, 2000. (b)

BARBOSA, C.G.; SANAVRIA, A.; BARBOSA, M.D.P.R.C. Alterações hematológicas em bovinos infestados experimentalmente com larvas de *Dermatobia hominis* (Diptera: Cuterebridae). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 12, p. 61-67, 2003.

BARCI, L.A.G.; WENZEL, I.M.; ALMEIDA, J.E.M.; NOGUEIRA, A.H.C.; PRADO, A.P. Compatibilidade de isolados de *Beauveria bassiana* (Ascomycetes: Clavicipitaceae) com carrapaticidas químicos utilizados no controle do carrapato dos bovinos. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 18, supl. 1, p. 63-68, 2009. (a)

BARCI, L.A.G.; ALMEIDA, J.E.M.; NOGUEIRA, A.H.C.; ZAPPELINI, L.O.; PRADO, A.P. Seleção de isolados do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Ascomycetes: Clavicipitaceae) para o controle de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 18, supl. 1, p. 7-13, 2009. (b)

BARCI, L.A.G.; ALMEIDA, J.E.M.; NOGUEIRA, A.H. C.; PRADO, A.P. Determinação da CL90 e TL90 do isolado IBCB66 de *Beauveria bassiana* (Ascomycetes: Clavicipitaceae) para o controle de *Rhipicephalus (Boophilus)*

microplus (Acari: Ixodidae). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 18, supl. 1, p. 34-39, dez. 2009. (c)

BARGER, I.A. Genetic resistance of hosts and its influence on epidemiology. *Veterinary Parasitology*, v. 32, p. 21-35, 1989.

BASSETTO, C.C.; SILVA, B.F.; NEWLANDS, G.F.; SMITH, W.D.; AMARANTE, A.F.T. Protection of calves against *Haemonchus placei* and *Haemonchus contortus* after immunization with gut membrane proteins from *H. contortus*. *Parasite Immunology*, v. 33, p. 377-381, 2011.

BIANCHIN, I.; HONER, M.R. Verminose bovina: ocorrência e controle estratégico. Campo Grande, n. 7, 1995. Disponível em: www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD07.html. Acesso em: 09/06/2011.

BOWMAN, D.D. *Parasitologia Veterinária de Georgis*. 8ed. Barueri: Manole, 2006. 422p.

BRITO, L.G.; MOYA-BORJA, G.E. Flutuação sazonal de *Dermatobia hominis* em peles bovinas oriundas de matadouro. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 20, p. 151-154, 2000.

BRITO, L.G.; SILVA NETTO, F.G.; OLIVEIRA, M.C.S.; BARBIERI, F.S. Bioecologia, importância médico-veterinária e controle de carrapatos, com ênfase no carrapato de bovinos, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2006. 21p. (Documentos/ Embrapa Rondônia, ISSN 0677-8618; 104).

BROSSARD, M.; FIVAZ, V. *Ixodes ricinus* L.: mast cells, basophils and eosinophils in the sequence of cellular events in the skin of infested or re-infested rabbits. *Parasitology*, v. 85, p. 583– 592, 1982.

BRUNETTO, M.A.; GOMES, M.O.S.; JEREMIAS, J.T.; OLIVEIRA, L.D.; CARCIOFI, A.C. Imunonutrição: o papel da dieta no restabelecimento das defesas naturais. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 35, p. 230-232, 2007. (Supl. 2).

CAMARGO, M.A.R.; MARTINS, V.M.V. Raça bovina Crioula Lageana, um patrimônio genético. *A Hora Veterinária*, ano 24, n. 143, p. 61-64, 2005.

CAMPOS, A.K.; ARAÚJO, J.V.; ASSIS, R.C.L.; GANDRA, J.R.; GUIMARÃES, M.P. Viabilidade de formulação peletizada do fungo nematófago *Monacrosporium sinense*, no controle biológico de nematóides parasitos gastrintestinais de bezerros. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 59, p. 14-20, 2007.

CARVALHO, W.A.; FRANZIN, A.M.; ABATEPAULO, A.R.R.; OLIVEIRA, C.J.F.; MORÉ, D.D.; SILVA, J.S.; FERREIRA, B.R.; SANTOS, I.K.F.M. Modulation of cutaneous inflammation induced by ticks in contrasting phenotypes of infestation in bovines. *Veterinary Parasitology*, v. 167, p. 260-273, 2010.

CATTO, J.B.; BIANCHIN, I.; TORRES JUNIOR, R.A.A. Efeitos da everminação de matrizes e de bezerros lactentes em sistema de produção de bovinos de corte na região de Cerrado. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 25, p. 188-194, 2005.

COLDITZ, I.G. Six costs of immunity to gastrointestinal nematode infections. *Parasite Immunology*, v. 30, p. 63-70, 2008.

COLDITZ, I.G.; WATSON, D.L.; GRAY, G.D.; EADY, S.J. Some relationships between age, immune responsiveness and resistance to parasites in ruminants. *International Journal for Parasitology*, v. 26, p. 869-877, 1996.

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

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

CORDOVÉS, C.O. *Carrapato: controle ou erradicação*. 2ed. Guaíba: Agropecuária, 1997. 176p.

DALTON, J.P.; MULCAHY, G. Parasite vaccines - a reality? *Veterinary Parasitology*, v. 98, p. 149-167, 2001.

DATTA, F.U.; NOLAN, J.V.; ROWE, J.B.; GRAY, G.D.; CROOK, B.J. Long-term effects of short-term provision of protein-enriched diets on resistance to nematode infection, and live-weight gain and wool growth in sheep. *International Journal for Parasitology*, v. 29, p. 479-488, 1999.

EUCLIDES FILHO, K.; NOBRE, P.R.C.; ROSA, A.N. Idade da vaca e suas inter-relações com a fazenda, reprodutor e sexo do bezerro. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 20, p. 40-46, 1991.

FERNANDES, N.L.M. *Dinâmica Populacional da Dermatobia hominis (Linnaeus Jr., 1781) (Diptera: Cuterebridae) e o comportamento da resposta imune de bovinos, imunizados com extrato de larvas*. 2004. 99p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FERNANDES, N.L.M.; SOCOL, V.T.; PINTO, S.B.; MINOZZO, J.C.; OLIVEIRA, C.A.L. Resposta imune-humoral e celular em bovinos da raça Nelore imunizados com extrato de larvas (L₂ e L₃) de *Dermatobia hominis* (Linnaeus Jr., 1781). *Ciência Rural*, v.37, p. 789-795, 2007.

FINKELMAN, F.D.; SHEA-DONOHUE, T.; MORRIS, S.C.; GILDEA, L.; STRAIT, R.; MADDEN, K.B.; SCHOPF, L.; URBAN, J.F.Jr. Interleukin-4-and interleukin-13-mediated host protection against intestinal nematode parasites. *Immunological Reviews*, v. 201, p. 139-155, 2004.

FOREYT, W.J. *Parasitologia Veterinária: manual de referências*. 5ed. São Paulo: Roca, 2005. 240p.

FORTES, E. *Parasitologia Veterinária*. 4ed. São Paulo: Ícone Editora, 2004. 607p.

FRAGA, A.B.; ALENCAR, M.M.; FIGUEIREDO, L.A.; RAZOOK, A.G.; CYRILLO, J.N.S.G. Análise de fatores genéticos e ambientais que afetam a infestação e fêmeas bovinas da raça caracu por carrapatos (*Boophilus microplus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, p. 1578-1586, 2003. (Suplemento 1).

FRANZIN, A.M. Imunologia das infestações de bovinos pelo carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Estudo dos correlatos imunes de resistência e de susceptibilidade. 2009. 134p. Tese (Doutorado). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP, Ribeirão Preto.

FRISCH, J.E.; O'NEILL, C.J.; KELLY, M.J. Using genetics to control cattle parasites – the Rockhampton experience. *International Journal for Parasitology*, v. 30, p. 253-264, 2000.

GASBARRE, L.C.; LEIGHTON, E.A.; SONSTEGARD, T. Role of the bovine immune system and genome in resistance to gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*, v. 98, p. 51–64, 2001.

GOMES, A. Berne: um pequeno parasito, porém, um grande problema. Mar./1998. Disponível em: <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD27.html>. Acesso em: 08/07/2011, às 22:00h.

GOMES, A. Carrapatos-de-boi: prejuízos e controle. Dez/2000. Disponível em: <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD42.html>. Acesso em: 08/07/2011, às 22:10h.

GOMES, A.; HONER, M.R.; KOLLER, W.W.; DA SILVA, R.L. Vetores de ovos de *Dermatobia hominis* (L. Jr. 1781) (Díptera: Cuterebridae) na região de cerrados do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 7, p. 37-40, 1998.

GÓMEZ-MUÑOZ, M.T.; CUQUERELLA, M.; GÓMEZ-IGLESIAS, L.A.; MÉNDEZ, S.; FERNÁNDEZ-PÉREZ, F.J.; FUENTE, C.; ALUNDA, J.M. Serum antibody response of Castellana sheep to *Haemonchus contortus* infection and challenge: relationship to abomasal worm burdens. *Veterinary Parasitology*, v. 81, p. 281-293, 1999.

GONÇALVES, P.M. Epidemiologia e controle da tristeza parasitária bovina na região sudeste do Brasil. *Ciência Rural*, v. 30, p. 187-194, 2000.

GREER, A.W. Trade-offs and benefits: implications of promoting a strong immunity to gastrointestinal parasites in sheep. *Parasite Immunology*, v. 30, p. 123-132, 2008.

GREER, A.W.; HUNTLEY, J.F.; MACKELLAR, A.; McANULTY, R.W.; JAY, N.P.; GREEN, R.S.; STANKIEWICZ, M.; SYKES, A.R. The effect of corticosteroid treatment on local immune responses, intake and performance in

lambs infected with *Teladorsagia circumcincta*. *International Journal of Parasitology*, v. 38, p. 1717-1728, 2008.

HOSTE, H., TORRES-ACOSTA, J.F.J. Non chemical control of helminths in ruminants: Adapting solutions for changing worms in a changing world. *Veterinary Parasitology*, v. 180, p. 144-154, 2011.

HOUDIJK, J.G.M. Influence of periparturient nutritional demand on resistance to parasites in livestock. *Parasite Immunology*, v. 30, p. 113-121, 2008.

HUNT, P.W. Molecular diagnosis of infections and resistance in veterinary and human parasites. *Veterinary Parasitology*, v. 180, p. 12-46, 2011.

INGHAM, A.; REVERTER, A.; WINDON, R.; HUNT, P.; MENZIES, M. Gastrointestinal nematode challenge induces some conserved gene expression changes in the gut mucosa of genetically resistant sheep. *International Journal for Parasitology*, v. 38, p. 431-442, 2008.

IPOSU, S.O.; McANULTY, R.W.; GREER, A.W.; XIE, H.L.; GREEN, R.S.; STANKIEWICZ, M.; SYKES, A.R. Does suckling offer protection to the lamb against *Teladorsagia circumcincta* infection? *Veterinary Parasitology*, v. 153, p. 294-301, 2008.

JONSSON, N.N. The productivity effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on cattle, with particular reference to *Bos indicus* cattle and their crosses. *Veterinary Parasitology*, v. 137, p. 1-10, 2006.

JONSSON, N.N.; DAVIS, R.; WITT, M. Production effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation of high yielding dairy cows. *Veterinary Parasitology*, v. 78, p. 65-77, 1998.

LEITE, R.C.; UMEHARA, O.; CAPRONI JR., L.; DE OLIVEIRA, P.R.; FACURI FILHO, E.J.; OKANO, H. Efficacy and persistence of doramectin and ivermectin against natural infestations of *Dermatobia hominis* larvae in cattle in Minas Gerais. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 8, p. 161-166, 1999.

LELLO, E.; OLIVEIRA-SEQUEIRA, T.C.G.; PERAÇOLI, M.T.S. Inflammatory response in *Dermatobia hominis* infested rabbits. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 8, p. 87-91, 1999.

LI, R.W.; SONSTEGARD, T.S.; VAN TASSELL, C.P.; GASBARRE, L.C. Local inflammation as a possible mechanism of resistance to gastrointestinal nematodes in Angus heifers. *Veterinary Parasitology*, v. 145, p. 100-107, 2007.

MARCONDES, C.B. *Entomologia médica e veterinária*. São Paulo: Editora Atheneu, 2001. 432p.

MARIANTE, A. Os benefícios de conservar os recursos genéticos. 03/08/2007. Disponível em: http://www.cenargen.embrapa.br/cenargenda/pdf2007/beneficios_conservar_re_c_geneticos.pdf. Acesso em: 09/06/2011, às 21:10h.

MARIANTE, A.S.; ALBUQUERQUE, M.S.M.; EGITO, A.A.; PAIVA, S.R.; CASTRO, S.T.R. Situação atual dos grupamentos raciais em vias de extinção das diferentes espécies animais no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 16, 2005, Goiânia - GO. *Anais/palestras...* Belo Horizonte - MG: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 2005. 6p. CD ROM.

MARQUES, F.A.C. ; YAMAMURA, M.H. ; VIDOTTO, O. Lesões no couro bovino causadas pelos principais ectoparasitas nas regiões Noroeste do Estado do Paraná e Sudoeste do Estado do Mato Grosso. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 21, p. 33-39, 2000.

MARTIN-BURRIEL, I.; GARCÍA-MURO, E.; ZARAGOZA, P. Genetic diversity analysis of six Spanish native cattle breeds using microsatellites. *Animal Genetics*, v. 30, p.177–182, 1999.

MARTINEZ, M.L.; MACHADO, M.A. Programa genoma brasileiro de bovinos e suas perspectivas de aplicações práticas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 4, 2002. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2002. (CD-ROM).

MARTINS, F.R. Parâmetros genéticos de temperamento e resistência de bovinos da raça Nelore ao carrapato *Boophilus microplus* e validação do uso de marcadores moleculares na seleção para essas características. 2009. 99p. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Pirassununga.

MAZZA, M.C.M.; MAZZA, C.A.S.; SERENO, J.R.B.; SANTOS, S.A.; PELLEGRIN, A.O. *Etnobiologia e conservação do bovino Pantaneiro*. Corumbá: EMBRAPA-CPAP; Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 61p.

McCLURE, S.J. How minerals may influence the development and expression of immunity to endoparasites in livestock. *Parasite Immunology*, v. 30, p. 89-100, 2008.

MEEUSEN, E.N.T. Immunology of helminth infections, with special reference to immunopathology. *Veterinary Parasitology*, v. 84, p. 259-273, 1999.

MEEUSEN, E.N.T. Rational design of nematode vaccines; natural antigens. *International Journal of Parasitology*, v. 26, p. 813–818, 1996.

MEEUSEN, E.N.T.; BALIC, A.; BOWLES, V. Cells, cytokines and other molecules associated with rejection of gastrointestinal nematode parasites. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v. 108, p. 121–125, 2005.

MEJRI, N.; FRANSCINI, N.; RUTTI, B.; BROSSARD, M. Th2 polarization of the immune response of BALB/c mice to *Ixodes ricinus* instars, importance of several antigens in activation of specific Th2 subpopulations. *Parasite Immunology*, v. 23, p. 61-69, 2001.

MOYA-BORJA, G.E. Erradicação ou manejo integrado das miíases neotrópicas da América? *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 23, p. 131-138, 2003.

NEWTON, S.E.; MEEUSEN, E.N.T. Progress and new technologies for developing vaccines against gastrointestinal nematode parasites of sheep. *Parasite Immunology*, v. 25, p. 283–296, 2003.

NEWTON, S.E.; MUNN, E.A. The Development of vaccines against gastrointestinal nematode parasites, particularly *Haemonchus contortus*. *Parasitology Today*, v. 15, p. 116-122, 1999.

NISHI, S.M.; RICHTZENHAIN, L.J.; GENNARI, S.M. Níveis de IgG séricos em bezerros experimentalmente infectados pelo *Haemonchus placei*. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 39, p. 107-110, 2002.

OLIVEIRA, G.P.; FREITAS, A.R.; MAPELI, E.B.; SIQUEIRA, D.M.; GOMES, R. A.; GRAMINHA, E.B.N. Atividades do endectocidas abamectina, doramectina, moxidectina e ivermectina no controle do *Boophilus microplus* e da *Haematobia* em bovinos, em São Carlos (SP). *Revista de Ciências Agrárias*, n. 46, p. 41-52, 2006.

OLIVEIRA, G.P.; MATSUMOTO, T.; OLIVEIRA, M.C.S. Importância econômica e controle do berne (*Dermatobia hominis*, Díptera: Cuterebridae) na região de São Carlos, SP. Comunicado Técnico Embrapa Pecuária Sudeste, n. 22, p. 1-11, out. 1999.

PAIVA, F.; SATO, M.O.; ACUÑA, A.H.; JENSEN, J.R.; BRESSAN, M.C.R.V. Resistência à ivermectina constatada em *Haemonchus placei* e *Cooperia punctata* em bovinos. *Hora Veterinária*, v. 20, p. 29-32, 2001.

PATARROYO, J.H.; LOMBANA, C.G. Resposta imune a vacinas sintéticas anti *Boophilus microplus*. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 13, p. 129-134, 2004. (Suplemento 1).

PEÑA, M.T.; MILLER, J.E.; HOROHOF, D.W. Effect of dexamethasone treatment on the immune response of Gulf Coast Native lambs to *Haemonchus contortus* infection. *Veterinary Parasitology*, v. 119, p. 223-235, 2004.

PEREIRA, A.A. Aspectos da ecologia de *Boophilus microplus* (CANESTRINI, 1887) (ACARINA: IXODIDAE) no município de Franca, nordeste de São Paulo. 2008. 106p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

PINTO, S.B.; THOMAZ SOCOL, V.; ROCHADELLI, R.; ANDRADE, R.R.; MONTANUCCI, C.R. Marcadores parasitológicos e hematológicos para a seleção de bovinos resistentes à dermatobiose. *Archives of Veterinary Science*, v. 7, p. 21-25, 2002.

PIPER, E.K.; JONSSON, N.N.; GONDRO, C.; LEW-TABOR, A.E.; MOOLHUIJZEN, P.; VANCE, M.E.; JACKSON, L.A. Immunological profiles of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle infested with the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Clinical and Vaccine Immunology*, v. 16, p. 1074-1086, 2009.

PRIMO, A.T. El Ganado bovino Ibérico en las Américas: 500 años después. *Archivos de Zootecnia*, v. 41, n. 154 (extra), p. 421-432. 1992.

RAMOS, C.I. Controle das helmintoses dos bovinos e ovinos. In: SOUZA, A.P.; BELLATO, V.; RAMOS, C.I. *Controle das principais parasitoses dos ruminantes, equinos e suínos, em Santa Catarina*. Lages: Ameríndia Artes Gráficas, p. 5-26, 1999.

REDMOND, D.L.; SMITH, S.K.; HALLIDAY, A.; SMITH, W.D.; JACKSON, F.; KNOX, D.P.; MATTHEWS, J.B. An immunogenic cathepsin F secreted by the parasitic stages of *Teladorsagia circumcincta*. *International Journal for Parasitology*, v. 36, p. 277–286, 2006.

REGITANO, L.C.A.; OLIVEIRA, M.C.S.; ALENCAR, M.M.; CARVALHO, M.E.; ANDRÉO, R.; MOREIRA, I.C.; NÉO, T.A.; BARIONI Jr.; W.; SILVA, A.M. Avaliação da resistências de bovinos de diferentes grupos genéticos ao carrapato e à babesiose. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 48p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 9) *Disponível em*: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/47959/1/Boletim09.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2011.

RIBEIRO, P.B.; VIANNA, E.E.S.; COSTA, P.R.P.; SCHOLL, P.J. Período de vida e capacidade de postura da *Dermatobia hominis*, em laboratório. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 2, p. 29-31, 1993.

ROWE, A.; McMASTER, K.; EMERY, D.; SANGSTER, N. *Haemonchus contortus* infection in sheep: Parasite fecundity correlates with worm size and host lymphocyte counts. *Veterinary Parasitology*, v. 153, p. 285-293, 2008.

SANTOS, T.R.B.; FARIAS, N.A.R.; CUNHA FILHO, N.A.; PAPPEN, F.G.; VAZ JUNIOR, I.S. Abordagem sobre o controle do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* no sul do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 29, p. 65-70, 2009.

SILVA JUNIOR, V.P.; MOYA-BORJA, G.E.; LEANDRO, D.E.S. Duration and viability of the larval instars of *Dermatobia hominis* (Diptera: Cuterebridae) in bovines. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 8, p. 103-106, 1999.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; REGITANO, L.C.A.; OLIVEIRA, M.C.S. Infestação natural de fêmeas bovinas de corte por ectoparasitas na Região Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 1477-1482, 2010.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; REGITANO, L.C.A.; OLIVEIRA, M.C.S.; BARIONI JÚNIOR, W. Artificial infestation of *Boophilus microplus* in beef cattle heifers of four genetic groups. *Genetics and Molecular Biology*, v. 30, p. 1150-1155, 2007.

SINGH, S.K.; GIRSCHICK, H.J. Tick-host interactions and their immunological implications in tick-borne diseases. *Current Science*, v. 85, p. 1284-1298, 2003.

SONSTEGARD, T.S.; GASBARRE, L.C. Genomic tools to improve parasite resistance. *Veterinary Parasitology*, v. 101, p. 387–403, 2001.

SOUTELLO, R.V.G.; SENO, M.C.Z.; AMARANTE, A.F.T. Anthelmintic resistance in cattle nematodes in northwestern São Paulo State, Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 148, p. 360-364, 2007.

SOUTELLO, R.V.G.; SUGUISAWA, L.; CONDI, G.K.; MIYASAKI, M.; TANAKA, D.F.; PEGAIANE, J.C.; COELHO, R.V.; TANAKA, K.C. Seleção de bovinos de corte resistentes ao carrapato. *Ciências Agrárias: Saúde*, v. 2, p. 57-60, 2002. (a)

SOUTELLO, R.V.G.; SUGUISAWA, L.; CARES, C.C.P.; PAZETI, G.C.A.S.; BORGES, J.H.R.; BRITO, M.N.X.; BRAGA, C.R.F.; MORAES, D.A.N. Seleção de bovinos de corte resistentes a verminose. *Ciências Agrárias: Saúde*, v. 2, p. 53-56, 2002. (b)

SOUZA, A.P. Estratégias de controle do carrapato dos bovinos, em Santa Catarina. In: SOUZA, A.P.; BELLATO, V.; RAMOS, C.I. *Controle das principais parasitoses dos ruminantes, equinos e suínos, em Santa Catarina*. Lages: Ameríndia Artes Gráficas, p. 5-26, 1999.

SOUZA, A.P.; RAMOS, C.I.; BELLATO, V.; DALAGNOL, C. Controle estratégico do *Boophilus microplus* com uso de doramectin e o efeito sobre a dinâmica populacional de *Dermatobia hominis* e de helmintos gastrintestinais. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 4, p. 37, 1995. (Supl. 1).

SPISSO, B.F.; NÓBREGA, A.W.; MARQUES, M.A.S. Resíduos e contaminantes químicos em alimentos de origem animal no Brasil: histórico, legislação e atuação da vigilância sanitária e demais sistemas regulatórios. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 14, p. 2091-2106, 2009.

SUTHERLAND, I.A.; BROWN, A.E.; GREEN, R.S.; MILLER, C.M.; LEATHWICK, D.M. The immune response of sheep to larval challenge with *Ostertagia circumcincta* and *O. ostertagi*. *Veterinary Parasitology*, v. 84, p. 125–135, 1999.

SYKES, A.R. Manipulating host immunity to improve nematode parasite control – *Quo vadit*. *Parasite Immunology*, v. 30, p. 71-77, 2008.

TIZARD, I.R. *Introducción a la Inmunología Veterinaria*. 8ed. Barcelona: Elsevier Saunders, 2009. 574p.

VALDERRÁBANO, J.; GOMEZ-RINCÓN, C.; URIARTE, J. Effect of nutritional status and fat reserves on the periparturient immune response to *Haemonchus contortus* infection in sheep. *Veterinary Parasitology*, v. 141, p. 122-131, 2006.

VEIGA, T.F. A raça Crioula Lageana: sua história e percepções para o seu futuro. Florianópolis: UFSC, 2007. 162p. *Monografia*.

VERCRUYSSSE, J.; KNOX, D.P.; SCHETTERS, T.P.M.; WILLADSEN, P. Veterinary parasitic vaccines: pitfalls and future directions. *Trends in Parasitology*, v. 20, p. 488-492, 2004.

WALLER, P.J.; THAMSBORG, S.M. Nematode control in “green” ruminant production systems. *Trends in Parasitology*, v. 20, p. 493-497, 2004.

WEDRYCHOWICZ, H.; BAIRDEN, K.; DUNLOP, E.M.; HOLMES, P.H.; TAIT, A. Immune response of lambs to vaccination with *Ostertagia circumcincta* surface antigens eliciting bile antibody responses. *International Journal for Parasitology*, v. 25, p. 1111-1121, 1995.

WHALE, T.A.; GRIEBEL, P.J. A sheep on wolf’s clothes: Can neutrophils direct the immune response? *The Veterinary Journal*, v. 180, p. 169-177, 2009.

WILLADSEN, P.; BIRD, P.; COBON, G.S.; HUNGEFORD, J. Commercialisation of a recombinant vaccine against *Boophilus microplus*. *Parasitology*, v. 110, p. 43-50, 1995.

ZAVADNIAK, A.F.; ROSÁRIO, N.A. Regulação da síntese de IgE. *Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia*, v. 28, p. 65-72, 2005.

CAPÍTULO 2

Resistência natural contra ectoparasitas em bovinos da raça Crioula Lageana e meio-sangue Angus

C. P. Cardoso^{a, b}, B. F. Silva^a, A. F. T. Amarante^a

^a UNESP – Univ Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Parasitologia, Campus Botucatu, São Paulo. Endereço: Departamento de Parasitologia, Caixa Postal 510, Distrito de Rubião Júnior, Botucatu, CEP 18618-000, SP, Brazil. Tel.: +55-14-38116239. E- mail: cristinacardoso@epagri.sc.gov.br; brusilvabio@gmail.com; amarante@ibb.unesp.br

^b EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Endereço: Rua João José Godinho, Caixa Postal 181, Lages, CEP 88502-970, SC, Brazil. Tel./Fax: 55 49 32244400. E-mail: cristinacardoso@epagri.sc.gov.br (Autor para correspondência).

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a resistência natural aos ectoparasitas em bovinos jovens da raça Crioula Lageana e meio-sangue Angus. Foram utilizados 10 machos castrados em cada grupo, recém desmamados (6-8 meses) e mantidos sob as mesmas condições de manejo, em pastagens cultivadas de inverno e verão, no município de Monte Castelo – SC, sofrendo infestação natural por ectoparasitas. A cada 28 dias, fêmeas de carrapatos (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*) com tamanho acima de 4 mm e nódulos de *Dermatobia hominis* foram quantificadas nos dois lados do corpo de cada animal. A espessura da capa do pelame foi também avaliada em cada coleta e os animais foram classificados quanto à coloração do pelame. Não houve diferença entre a disposição de carrapatos e bernese entre os lados direito e esquerdo do corpo dos animais. Os animais de pelagem escura albergaram a maior porcentagem de ectoparasitas nos grupos avaliados. Na comparação entre os grupos, os bovinos da raça Crioula Lageana foram os que apresentaram capa de pelame menos espessa e as menores infestações por larvas de *D. hominis* e por *R. (B.) microplus*.

Palavras-chave: Resposta inata; Carrapatos; Bernese; Bovinos.

Abstract

This study was carried out to evaluate the natural breed resistance against ectoparasites infestations in Crioula Lageana and crossbred Angus male calves. Ten weaned calves (6-8 months) were used in each group and were kept together in winter and summer pastures in Monte Castelo, Santa Catarina State. Every 28 days, female ticks (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*) more than 4 mm long and *D. hominis* nodules were counted on the right and left side of the body of each animal. Coat thickness also was measured at each sampling and all animals were classified according coat color. There were no differences in the distribution of the ticks and grubs between animal body sides. Dark-haired animal in both groups were the most susceptible. There were differences between groups and Crioula Lageana animals presented less coat thickness and lower infestation by *D. hominis* and *R. (B.) microplus*.

Keywords: Innate response, Ticks, Grubs, Cattle.

1. Introdução

A eficiência da exploração comercial de bovinos depende do seu potencial de produção, da sua capacidade de adaptação ao ambiente e de sua resistência às doenças e parasitas. Referente aos ectoparasitas, o carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* e o berne (larvas de *Dermatobia hominis*) estão entre os mais importantes entraves para a pecuária brasileira (SILVA et al., 2010).

No Brasil, as condições climáticas, amplamente favoráveis ao desenvolvimento desses parasitas, permitem que as populações se estabeleçam em praticamente todo o território nacional e ao longo de todos os meses do ano (BARCI et al., 2009a).

A infestação por carrapatos tem papel fundamental, pois se destaca como um dos fatores mais prejudiciais no desempenho dos animais, em consequência de suas ações espoliadora, mecânica e tóxica (FRAGA et al., 2003), além disto pode causar imunossupressão nos animais infestados (JONSSON, 2006). Outro ponto importante é que a espécie *R. (B.) microplus* é o vetor de *Anaplasma marginale*, *Babesia bovis* e *Babesia bigemina*, agentes

da tristeza parasitária dos bovinos, doença que vitima muitos animais anualmente (GONÇALVES, 2000).

Os danos causados pela fase larval de *D. hominis* também são relevantes, pois devido ao estresse que causam, mantém os animais inquietos ao longo de toda a fase parasitária, os quais tentam constantemente lamber os nódulos deixando de se alimentar (BARBOSA et al., 2002). Além disso, as lesões na pele predispõem a ocorrência de infecções e/ou miíases por *Cochliomyia hominivorax*. Portanto, as infestações por *D. hominis* resultam em prejuízos estimados em milhões de dólares, tendo impacto na produção de leite, carne e principalmente na indústria coureira (MARQUES et al., 2000).

Artifícios curativos e profiláticos são empregados a fim de amenizar essas perdas. Contudo, o emprego de produtos químicos, por meio de banhos de aspersão, aplicação dorsal ou subcutânea e brincos impregnados com ectoparasiticidas, ainda é o método mais utilizado (BROCE, 2006). Adicionados aos custos elevados do tratamento, podem ser constatados prejuízos comerciais significativos, principalmente frente ao mercado externo, pelos resíduos de antiparasitários na carne e leite, como também pela contaminação ambiental (SPISSO et al., 2009).

No campo, em pequenas propriedades, onde a assistência técnica é em geral precária, observa-se que essa situação é muito mais grave, pois na tentativa de manter o controle de parasitas e pelo fácil acesso aos antiparasitários, ocorre aumento crescente na dose utilizada, na frequência de tratamentos e até mesmo uso de formulações caseiras com misturas de princípios ativos (BARCI et al., 2009b). Assim, o uso irracional e em larga escala prejudicam o controle futuro, em decorrência do rápido desenvolvimento de resistência dos parasitas aos medicamentos (FARIAS et al., 2008).

Atualmente, o controle de parasitas exclusivamente por agentes químicos é uma das principais preocupações científicas, econômicas e sociais (PATARROYO e LOMBANA, 2004). Fato relevante devido ao surgimento de parasitos resistentes aos antiparasitários e aos seus elevados custos. Além disto, a crescente busca humana por uma vida saudável, usufruindo de alimentação sem riscos, provinda de um sistema de agricultura sustentável, exige um produto seguro e de qualidade (WALLER e THAMSBORG, 2004).

Assim, o não cumprimento desses quesitos pode gerar perdas comerciais significantes, em especial com mercados externos.

Mediante essa realidade, a criação de animais com resistência natural aos ectoparasitas, torna-se opção viável, ecologicamente correta e de fácil aplicação pelos produtores, mesmo que, com resultados a médio e longo prazo (HOSTE e TORRES-ACOSTA, 2011).

Para facilitar a identificação dessas características nos animais, pesquisas têm sido realizadas buscando compreender os complexos mecanismos imunológicos e a identificação dos genes envolvidos na resistência, utilizando-se ferramentas da genética molecular que possibilitam a prospecção e o isolamento de tais genes (MARTINEZ e MACHADO, 2002).

Assim, o melhoramento genético poderá ser feito para a multiplicação dessas características no rebanho (FRAGA et al., 2003), principalmente através do uso de reprodutores machos, tendo por base raças resistentes, o cruzamento entre essas raças ou a seleção de indivíduos resistentes dentro da própria raça (HOSTE e TORRES-ACOSTA, 2011).

Acredita-se que nas raças naturalizadas essas características de resistências sejam mais facilmente encontradas, devido ao processo de seleção natural que resultou em adaptação ambiental. Por outro lado, embora mais produtivas, as raças taurinas européias, devido à intensa interferência do homem visando à produtividade, sofreram redução progressiva nas suas características de adaptação, resistência a doenças e aos parasitas (MARIANTE, 2007).

Crioula Lageana é uma raça naturalizada de bovinos, encontrada nos campos de Cima da Serra dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Trata-se de uma raça de duplo propósito (carne e leite), caracterizada por animais de boa produção, fêmeas com facilidade de parto e boa habilidade materna. São animais dotados de rusticidade, bem adaptados aos campos de altitude localizados na região mais fria do Brasil (CAMARGO e MARTINS, 2005).

Assim, o presente trabalho se propôs iniciar os estudos parasitológicos em animais da raça Crioula Lageana (*Bos taurus*), a fim de verificar se procede a informação empírica sobre a resistência desses animais aos ectoparasitas. No presente estudo, o desempenho de animais jovens da raça Crioula Lageana

e meio-sangue Angus (*B. taurus*) foi comparado no que se refere à resistência frente aos ectoparasitas.

2. Material e métodos

Foram utilizados 10 animais machos castrados da raça Crioula Lageana e 10 meio-sangue Angus (6-8 meses), criados a campo, ou seja, expostos aos parasitas desde o nascimento. Os animais denominados meio-sangue Angus eram oriundos de cruzamentos de touros Angus, puros por origem, com vacas de origem européia (cruzas Charolês, Hereford e Devon) e os animais da raça Crioula Lageana eram puros por origem.

Por ocasião da desmama todos os animais passaram por exame clínico completo para exclusão de qualquer enfermidade e receberam tratamento com fosfato de levamisol 18,8% (9,4 mg/kg, Ripercol® L 150F, Fort Dodge) e fipronil 1% (1mL/10kg, Topline®, Merial), certificando-se que iniciariam o experimento livres de endoparasitas e ectoparasitas.

Os animais foram mantidos juntos e sob as mesmas condições de manejo, em pastagens cultivadas de inverno (*Lolium* sp., *Avena* sp. e *Trifolium repens*) e verão (*Brachiaria* sp., *Sorghum sudanense* e *Axonopus catharinensis*), no município de Monte Castelo – SC (-26° 27'S, 50° 59'O), sofrendo infestação natural por ectoparasitas. O clima local, segundo a classificação de Koppen, é temperado úmido com verão temperado (Cfb), com temperatura anual média de 16°C.

Os animais foram inspecionados, na parte da manhã, a cada 28 dias quanto à presença, localização, quantificação e identificação de carrapatos (*R. (B.) microplus*) e nódulos de larvas de *D. hominis* em ambos os lados do corpo do animal. Para tanto, o corpo dos bovinos foi dividido em sete regiões: cauda, garupa, membros pélvicos, flancos, costelas, membros torácicos, região cervical e cabeça (Figura 1).

Imediatamente após a contagem dos nódulos de *D. hominis*, em cada coleta, foi feita a aplicação local de produto aerosol à base de vaponas, suponas e violeta genciana (Matabicheira Fortdodge®) para evitar que o mesmo nódulo fosse recontado na coleta seguinte, pois a queda das larvas de terceiro estágio

varia entre o 33º e 41º dia após a infestação quando em condições climáticas ideais (BARBOSA et al., 2003).

A avaliação, no que se refere aos carrapatos, foi baseada na contagem de fêmeas ingurgitadas com tamanho superior a 4 mm em ambos os lados de cada animal. Quando constatada infestação, amostras dos parasitas foram coletadas e conservadas em álcool 70º para identificação em estereomicroscópio.

A espessura da capa do pelame também foi avaliada a cada coleta, utilizando-se uma régua introduzida suavemente na região da escápula direita de cada animal, mensurando a distância entre a superfície da capa do pelame e a base de inserção dos pelos.

Os animais foram classificados quanto à coloração do pelame (branca, amarela, vermelha e pintada - branco/vermelho e branco/preto).

Os valores acumulados para cada ectoparasita, tanto nos indivíduos Crioulos quanto meio-sangue Angus, foram obtidos através da soma de exemplares constatados ao longo do período experimental em cada bovino.

As análises estatísticas dos dados obtidos nos grupos frente às infestações por carrapatos e bernes foram realizadas com o emprego da análise de medidas repetidas (General Linear Models - SAS 9.2, 2008). Os dados foram transformados em $\log_{10}(x + 1)$. As correlações de Pearson entre os dados não transformados foram determinadas.

3. Resultados

A raça Crioula Lageana mostrou valores numéricos, na maioria dos meses, menores do que o grupo meio-sangue Angus quanto à infestação por carrapatos e larvas de *D. hominis* (Tabela 1). Entretanto, houve diferença estatística nas contagens de carrapatos entre as raças avaliadas apenas no mês de maio/2010 e em cinco momentos em relação à contagem de larvas de *D. hominis*.

As médias dos valores acumulados para contagem de carrapatos foram de 3,4 e 8,3 exemplares por animal, respectivamente para Crioulos e meio-sangue Angus. Essas médias acumuladas referentes à contagem de nódulos

de berne foram de 29,3 e 108,9 nódulos por animal, respectivamente para os grupos Crioulo e meio-sangue Angus.

Todos os animais, em algum momento do período experimental, foram infestados tanto por larvas de *D. hominis* como por fêmeas adultas de carrapato, sendo que ao longo de todo o período experimental foi identificado apenas carrapatos da espécie *R. (B.) microplus*.

Foi constatada grande variação individual na quantificação de ectoparasitas entre os animais do mesmo grupo racial. Os valores para as contagens de carrapatos variaram de zero a cinco nos Crioulos e de zero a 13 exemplares por animal nos indivíduos meio-sangue Angus. No que se refere aos nódulos de berne esta variação ficou entre zero e 31 na raça Crioula Lageana e entre zero e 88 nódulos por animal no grupo meio-sangue Angus.

Dois animais Crioulos e um único indivíduo meio-sangue Angus representaram, respectivamente, 48,12 e 40,96% da contagem total de bernes. No grupo Crioulo um animal albergou apenas duas larvas ao longo do estudo, bastante diferente do grupo meio-sangue Angus, em que os cinco animais menos infestados do grupo apresentaram contagem variando de oito a 31 nódulos, valores compatíveis com os máximos constatados na raça Crioula Lageana.

Os animais meio-sangue Angus mais infestados por carrapatos foram os mesmos que apresentaram maiores contagens de nódulos de berne, sendo observada alta correlação positiva (0,89; $P < 0,01$) entre os valores cumulativos para as infestações por esses ectoparasitas. No grupo Crioulo isso não ocorreu, constatou-se correlação negativa moderada (-0,44; $P > 0,05$) entre essas variáveis.

As maiores contagens de carrapatos ocorreram no outono (Mai. 2010) e primavera (Nov. 2010 – Crioulos e Dez. 2010 – meio-sangue Angus). No entanto, a infestação foi baixa e pouco significativa como problema sanitário para os animais ao longo dos meses avaliados.

Quanto à distribuição de ectoparasitas, não houve diferença em relação aos lados direito e esquerdo do corpo dos animais investigados. Na infestação por carrapatos, os membros pélvicos abrigaram a maioria dos exemplares (61,77%) na raça Crioula Lageana. Nos indivíduos meio-sangue Angus a maior infestação ocorreu na região cervical, com 28,92%. No grupo meio-sangue

Angus a distribuição foi mais uniforme, sendo semelhante entre a região cervical, membros torácicos e pélvicos e flanco (Tabela 2). No que se refere à concentração de nódulos de larvas de *D. hominis*, a região dos membros anteriores com 53,93% e das costelas com 45,27% foram as preferenciais no grupo Crioulo e meio-sangue Angus, respectivamente.

Os animais meio-sangue Angus (cinco exemplares) de pelagem vermelha albergaram 90,73% dos nódulos de *D. hominis* e 78,31% dos carrapatos. Nos indivíduos Crioulos, devido à pelagem geralmente pintada, considerou-se como escuros os animais que tinham coloração vermelha em mais de 90% da superfície corporal, sendo que esses animais (quatro indivíduos) abrigaram 45,73% dos nódulos e 44,12% das teleóginas. Cabe ressaltar que as tonalidades de vermelho eram semelhantes em alguns animais, porém, alguns indivíduos meio-sangue Angus apresentavam tonalidades mais escuras (Figura 2). Ao que parece, a variação dentro das tonalidades de vermelho não influenciou no aumento do parasitismo, visto que o animal mais escuro foi o que albergou menor quantidade de larvas entre os animais de pelagem vermelha.

No que se refere à variável espessura da capa de pelame, constatou-se que nos meses de julho e agosto de 2009 e entre abril e outubro de 2010 os dados diferiram estatisticamente entre as raças, sendo que os animais meio-sangue Angus apresentaram as maiores medidas (médias de 0,13 a 1,85 cm) em relação aos Crioulos (médias de 0,11 a 0,98 cm) (Tabela 3).

Foi constatada interação significativa entre tempo e grupo ($P < 0,05$) para as variáveis espessura de pelame e contagens de carrapato e berne, demonstrando diferença no padrão de distribuição desses valores conforme o grupo racial.

4. Discussão

Os animais da raça Crioula Lageana mostraram grau de infestação, em geral, menor que os meio-sangue Angus tanto frente ao parasitismo por larvas de *D. hominis* como por carrapatos. Estes resultados sugerem maior resistência da raça Crioula às infestações por ectoparasitas. Acredita-se que o desafio imposto pelas condições climáticas extremas durante os rigorosos

invernos da região Sul, com sucessivas geadas e nevascas, a falta de alimento, os predadores e o próprio abandono nas grandes extensões rurais de tempos remotos, contribuíram para a formação de uma raça adaptada às condições ambientais das regiões de altitude e ao clima subtropical (CAMARGO e MARTINS, 2005), bem como acumularam, após quase cinco séculos de seleção natural, características referentes à resistência às doenças e aos parasitas (MARIANTE et al., 2005). Tal fato pode ser fruto da pequena interferência do homem na formação desta raça, ocorrendo basicamente seleção natural, onde sobreviveram os mais adaptados.

Vários trabalhos foram desenvolvidos objetivando caracterizar a resistência em diferentes raças e seus cruzamentos, principalmente entre bovinos de origem européia e zebuínos. Neste sentido, ao avaliarem seis graus de sangue em cruzamentos entre Holandês e Guzerá, Madalena et al. (1985) constataram que a infestação por carrapato diminuiu a medida que aumentava a fração de genes zebuínos. Essa diferença entre as infestações nos animais Crioulos e meio-sangue Angus só foi constatada no mês de maio de 2010, sendo os meio-sangue Angus mais susceptíveis. Porém, possivelmente, se os animais estivessem em ambiente com maior contaminação ou sob infestações artificiais, as diferenças teriam sido mais acentuadas.

Em infestações naturais por carrapato, berne e mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*) em animais Nelore, Angus x Nelore, Canchim x Nelore e Simental x Nelore, Silva et al. (2010) observaram que, em geral, os animais Nelore foram os mais resistentes ao parasitismo por carrapato e que os animais Angus x Nelore foram os mais parasitados por berne e mosca-dos-chifres. No entanto, o grau de infestação nos quatro grupos variou em função do ano-época avaliado. Variação esta também constatada neste estudo ao se comparar os dois anos de avaliação, sendo que nos animais Crioulos as maiores médias foram verificadas até a oitava coleta (10/02/2010) e após esta data não ultrapassaram a média de 1,5 nódulos/animal até o fim do experimento. Fato este que não ocorreu no grupo meio-sangue Angus, no qual as médias foram baixas somente no inverno, aumentando posteriormente. Os animais Crioulos possivelmente adquiriram imunidade após as primeiras infestações, o que não foi observado no grupo meio-sangue Angus.

Gomes et al. (1996) constataram que a raça sintética Ibagé (Nelore x Angus) foi a mais infestada por larvas de *D. hominis* quando comparada com Nelore puro e suas cruzas com Charolês, Chianina e Fleckvieh. No entanto, encontraram diferenças significativas entre indivíduos da mesma raça/cruzamento. Essa variação individual também foi constatada neste estudo, que mostrou que 10 e 20% dos animais meio-sangue Angus e Crioulos, respectivamente, abrigavam mais de 40% das larvas quantificadas em cada grupo. Deste modo, constata-se que são vários e complexos os fatores envolvidos na resistência aos parasitas.

Oliveira et al. (1989), em infestações naturais por carrapatos, observaram maior resistência nos animais da raça Nelore quando comparados a indivíduos Canchim (5/8 Charolês x 3/8 Zebu), demonstrando também que os machos foram mais susceptíveis que as fêmeas em ambas as raças. Dados semelhantes foram constatados por Oliveira e Alencar (1987), porém mediante infestações experimentais. Esses autores salientam que mesmo mais susceptíveis nesta comparação, a raça Canchim tem boa resistência aos carrapatos, pois 93,3% dos animais apresentaram porcentagem de mortalidade de carrapatos acima de 95%. Ao avaliar as porcentagens de teleóginas produzidas após infestação artificial, Silva et al. (2007) encontraram baixa resistência as infestações nos animais Angus x Nelore e Simental x Nelore, sendo esta intermediária no grupo Canchim x Nelore e alta nos indivíduos Nelore. Ao se analisar os trabalhos citados acima, constata-se que os animais com maior grau de sangue de raças européias estão mais predispostos aos ectoparasitas. Deste modo, por terem sido utilizados somente animais *B. taurus* neste experimento, podemos conferir o mérito de maior resistência a raça Crioula Lageana.

Contudo, a baixa infestação por carrapatos dificultou as análises de dados e ocorreu, possivelmente, pela utilização de rodízio de piquetes ao pastejo e principalmente por ter sido usada uma área despovoada de bovinos por aproximadamente seis anos. Deste modo, houve ausência de contaminação ambiental prévia. Pois, como citam alguns trabalhos, o tempo de sobrevivência das larvas do carrapato de bovinos não alimentadas não ultrapassa nove meses (CORTINAS e JONES, 2006).

No mesmo estado, no município de Lages/SC, que apresenta clima similar ao de Monte Castelo, Honer et al. (1993) observaram médias mensais de contagem de teleóginas acima de 100 na maioria dos meses do ano, exceto entre agosto e novembro. Pode-se deduzir que na maior parte do ano as condições ambientais também eram favoráveis ao ciclo de vida livre do carrapato no local onde o presente estudo foi conduzido. Deste modo, novos estudos são sugeridos, devendo ser executados em ambientes contaminados ou mesmo com infestações experimentais a fim de se confirmar essa tendência de resistência da raça Crioula Lageana aos carrapatos.

No que se refere ao grau de infestação por ectoparasitas nas diferentes regiões e estações do ano no Brasil, a literatura apresenta resultados muito variados devido às diferentes condições climáticas e ambientais. As condições climáticas e a latitude são os principais fatores reguladores do ciclo biológico dos ixodídeos, tendo a temperatura o papel dominante na duração das fases de vida livre e a latitude, através do fotoperíodo, na sazonalidade por ação direta na diapausa (BRITO et al., 2006). No presente estudo, o ciclo dos carrapatos no período experimental se manteve, com ausência apenas entre julho e setembro de 2010, período de inverno, que na região se caracteriza por ser bastante rigoroso com temperaturas negativas e fortes geadas.

Não foram observados nódulos de *D. hominis* em ambas as raças nos três meses iniciais do estudo (Jul. a Set./2009) possivelmente devido ao efeito residual do tratamento com fipronil anterior ao início das coletas, acrescido da baixa ou nula contaminação da área e ao inverno, fato esse último que explica a ausência em ambos os grupos raciais também em setembro de 2010. Na raça Crioula Lageana a ausência ainda ocorreu nos meses de abril, maio e agosto de 2010, coincidindo com as temperaturas mais amenas e frias. Esses dados corroboram em parte os resultados de Mozzaquatro e Sanavria (2003), que observaram que as infestações foram mais intensas nas épocas quente (outubro a fevereiro) e mais baixas ou ausentes nos meses mais frios (abril a setembro) em Santa Maria, RS.

Os dados obtidos apresentam-se diferentes dos constatados por Bellato et al. (1986) quanto a quantidade de nódulos/animal, que encontraram infestações durante todo o ano nos bovinos do Planalto Catarinense, com maior intensidade nos meses de verão, com média de parasitismo de

aproximadamente 80 bernes/indivíduo. Diferindo em muito das médias máximas observadas nos animais meio-sangue Angus que foram os mais parasitados, as quais não chegaram a apresentar 17 nódulos/animal nos picos de infestação.

Referente à localização, segundo Pinto et al. (2002), os membros torácicos, paletas e costelas totalizaram 80,06% da localização dos nódulos de berne em vacas holandesas preto e branco em Palotina - PR, dados próximos aos observados neste trabalho nos grupos meio-sangue Angus (72,45%) e Crioula Lageana (75,09%). Corroborando Mozzaquatro e Sanavria (2003), que salientam que grande perda do couro ocorre porque as partes nobres aproveitadas são justamente as craniais e mais acometidas pelos parasitas.

Em relação ao lado direito ou esquerdo do animal, os resultados obtidos diferem dos achados de Pinto et al. (2002), que constataram que a presença de nódulos no lado esquerdo foi maior, abrigando 69,36% da contagem total de bernes. Os autores justificam que talvez isto ocorra pelo fato de que os bovinos repousam em decúbito látero-esternal direito para facilitar a ruminação.

Os dados deste trabalho mostram que os animais de pelagem de coloração escura foram mais acometidos pelos ectoparasitas, dados semelhantes aos de Andrade et al. (1998), que ao encontrarem maior suscetibilidade ao carrapato nos animais de colorações mais escuras, acrescentam que provavelmente isso se deva pela queda no nível de resistência desses animais em virtude do maior estresse calórico a que estão sujeitos. Entretanto, nesse mesmo sentido, estudos de Fraga et al. (2003) não mostraram esta variação.

De uma maneira geral, a distribuição dos bernes foi observada em um levantamento com 8.124 peles de bovinos provenientes de abatedouros de Nilópolis-RJ, no qual se constatou maior incidência na região anterior esquerda (33,4%), seguida da região anterior direita (30,9%), posterior esquerdo (20%) e posterior direito (15,7%), sendo que as pelagens escuras foram mais acometidas (SANAVRIA et al., 2002). Dados similares aos demonstrados por Bellato et al. (1986) e aos observados neste estudo. No que se refere à espessura da capa do pelame, os menores valores encontrados nos animais Crioulos reafirmam as observações de Fraga et al. (2003), que salientam que animais com menores espessuras de capa de pelame são mais adaptados e

serão aqueles com as menores infestações por carrapato, pois as maiores espessuras podem estabelecer um microclima favorável ao parasita, contribuindo para sua permanência e sobrevivência no hospedeiro. Além disso, essa condição acarreta em maior dificuldade da prática da auto-limpeza realizada pelo animal. Ao comparar diferentes grupos genéticos de bovinos, Ibelli et al. (2011) observaram que animais oriundos do cruzamento Angus × Nelore, foram os que apresentaram as maiores infestações por carrapato e também pêlos mais compridos em comparação com animais puro-sangue Nelore e animais produtos do cruzamento entre Senepol × Nelore. Dentro do grupo Nelore, os animais com maior número de pêlos por área apresentaram maior infestação por carrapato. No grupo Senepol × Nelore os animais com maior espessura de capa de pelame também foram os que apresentaram maior infestação.

As diferenças entre espessuras de pelame nos grupos da raça Crioula Lageana e meio-sangue Angus coincidiram com a maior resistência dos animais Crioulos em maio de 2010, para ambos ectoparasitas e outubro de 2010 para berne. Dados que indicam a sua influência na resistência/susceptibilidade dos animais avaliados.

Outro ponto relevante nessa questão é que animais com capa do pelame menor apresentam as menores taxas de estresse calórico e, conseqüentemente, maiores níveis de resistência aos ectoparasitas. Assim como as pelagens claras, as capas de pelame mais finas exercem também menor atração para os insetos foréticos. Fatos observados no gado zebuino, que além de melhor adaptado aos trópicos, é menos atacado pelo berne, entre outras razões, devido a sua pelagem clara e curta (MOYA-BORJA, 2003).

Constata-se assim, nas condições em que foi conduzido o experimento, que o grau de infestação por berne e carrapato em bovinos pode variar em função da época do ano, do comprimento do pêlo e da cor da pelagem: os indivíduos de pelagem mais escura, em ambas as raças, foram mais susceptíveis aos ectoparasitas. Finalmente, as observações permitiram concluir que os animais da raça Crioula Lageana são menos infestados por bernes e carrapatos que os meio-sangue Angus. .

5. Referências

ANDRADE, A.B.F.; SILVA, R.G.; COSTA, A.J.; ROCHA, U.F.; LANDIM, V.J.C. Genetic and environmental aspects of the resistance of zebu cattle to the tick *Boophilus microplus*. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6, 1998, Armidale. Proceedings... Armildade, n.27, p.339-342, 1998.

BARBOSA, C.G.; SANAVRIA, A.; BARBOSA, M.D.P.R.C. Alterações hematológicas em bovinos infestados experimentalmente com larvas de *Dermatobia hominis* (Diptera: Cuterebridae). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 12, p. 61-67, 2003.

BARBOSA, C.G.; SANAVRIA, A.; BARBOSA, M.D.P.R.C. Fase parasitária e alterações clínicas em bovinos infestados experimentalmente com larvas de *Dermatobia hominis* (Díptera: Cuterebridae). *Parasitología Latinoamericana*, v. 57, p. 15-20, 2002.

BARCI, L.A.G.; ALMEIDA, J.E.M.; NOGUEIRA, A.H.C.; PRADO, A.P. Determinação da CL90 e TL90 do isolado IBCB66 de *Beauveria bassiana* (Ascomycetes: Clavicipitaceae) para o controle de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 18, supl. 1, p. 34-39, dez. 2009. (a)

BARCI, L.A.G.; WENZEL, I.M.; ALMEIDA, J.E.M.; NOGUEIRA, A.H.C.; PRADO, A.P. Compatibilidade de isolados de *Beauveria bassiana* (Ascomycetes: Clavicipitaceae) com carrapaticidas químicos utilizados no controle do carrapato dos bovinos. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 18, supl. 1, p. 63-68, 2009. (b)

BELLATO, V.; PALOSCHI, C.G.; SARTOR, A.A.; RAMOS, C.I.; SOUZA, A.P. Variação sazonal das larvas da mosca do berne em bovinos no Planalto Catarinense. Comunicado Técnico, EMPASC, Florianópolis, SC., v. 101, p. 1-7, 1986.

BRITO, L.G.; SILVA NETTO, F.G.; OLIVEIRA, M.C.S.; BARBIERI, F.S. Bio-ecologia, importância médico-veterinária e controle de carrapatos, com ênfase no carrapato de bovinos, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2006. 21p. (Documentos/ Embrapa Rondônia, ISSN 0677-8618; 104).

BROCE, A.B. Ectoparasite control. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 22, p. 463-474, 2006.

CAMARGO, M.A.R.; MARTINS, V.M.V. Raça bovina Crioula Lageana, um patrimônio genético. *A Hora Veterinária*, ano 24, n. 143, 2005.

CORTINAS, R.; JONES, C.J. Ectoparasites of cattle and small ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 22, p. 673-693, 2006.

FARIAS, N.A.; RUAS, J.L.; SANTOS, T.R.B. Análise da eficácia de acaricidas sobre o carrapato *Boophilus microplus*, durante a última década, na região sul do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, v. 38, p. 1700-1704, 2008.

FRAGA, A.B.; ALENCAR, M.M.; FIGUEIREDO, L.A.; RAZOOK, A.G.; CYRILLO, J.N.S.G. Análise de fatores genéticos e ambientais que afetam a infestação e fêmeas bovinas da raça caracu por carrapatos (*Boophilus microplus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, p.1578-1586, 2003 (Supl. 1).

GOMES, A.; HONER, M.R.; SILVA, R.L. Intensidade parasitária de larvas de *Dermatobia hominis* (L. Jr. 1781) (Díptera: Cuterebridae) em bovinos de diferentes raças criadas extensivamente na região de cerrado em Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 5, p. 103-106, 1996.

GONÇALVES, P.M. Epidemiologia e controle da tristeza parasitária bovina na região sudeste do Brasil. *Ciência Rural*, v. 30, p. 187-194, 2000.

HONER, M.R.; PALOSCHI, C.G.; SOUZA, A.P.; RAMOS, C.I.; BECK, A.A.H. *Epidemiologia e controle do carrapato dos bovinos Boophilus microplus no Estado de Santa Catarina*. Florianópolis: Epagri, 1993. 26p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 62).

HOSTE, H., TORRES-ACOSTA, J.F.J. Non chemical control of helminths in ruminants: Adapting solutions for changing worms in a changing world. *Veterinary Parasitology*, v. 180, p. 144-154, 2011.

IBELLI, A.M.G.; RIBEIRO, A.R.B.; GIGLIOTI, R.; REGITANO, L.C.A.; ALENCAR, M.M.; CHAGAS, A.C.S. PAÇO, A.L.; OLIVEIRA, H.N.; DUARTE, J.M.S.; OLIVEIRA, M.C.S. Resistance of cattle of various genetic groups to the tick *Rhipicephalus microplus* and the relationship with coat traits. *Veterinary Parasitology*, 2011. (In press - doi:10.1016/j.vetpar.2011.11.019).

JONSSON, N.N. The productivity effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on cattle, with particular reference to *Bos indicus* cattle and their crosses. *Veterinary Parasitology*, v. 137, p.1-10, 2006.

MADALENA, F.E.; TEODORO, R.L.; LEMOS, A.M.; OLIVEIRA, G.P. Causes of variation of field burdens of cattle ticks (*B. microplus*). *Revista Brasileira de Genética*, v. 8, p. 361-375, 1985.

MARIANTE, A.S. Os benefícios de conservar os recursos genéticos. 03/08/2007. Disponível em:
http://www.cenargen.embrapa.br/cenargenda/pdf2007/beneficios_conservar_re_c_geneticos.pdf. Acesso em: 09/10/2007, às 11:10h.

MARIANTE, A.S.; ALBUQUERQUE, M.S.M.; EGITO, A.A.; PAIVA, S.R.; CASTRO, S.T.R. Situação atual dos grupamentos raciais em vias de extinção das diferentes espécies animais no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 16, 2005, Goiânia - GO. *Anais/palestras...* Belo Horizonte - MG: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 2005. 6p. CD ROM.

MARQUES, F.A.C.; YAMAMURA, M.H.; VIDOTTO, O. Lesões no couro bovino causadas pelos principais ectoparasitas nas regiões Noroeste do Estado do Paraná e Sudoeste do Estado do Mato Grosso. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 21, p. 33-39, 2000.

MARTINEZ, M. L.; MACHADO, M. A. Programa genoma brasileiro de bovinos e suas perspectivas de aplicações práticas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 4, 2002. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2002. (CD-ROM).

MOYA-BORJA, G.E. Erradicação ou manejo integrado das miíases neotropicais da Américas? *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 23, p. 131-138, 2003.

MOZZAQUATRO, F.D.; SANAVRIA, A. Epidemiological study of *Dermatobia hominis* (Díptera: Cuterebridae) on dairy cattle in a community of Santa Maria, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Parasitología Latinoamericana*, v. 58, p. 80-82, 2003.

OLIVEIRA, G.P.; ALENCAR, M.M. Resistência de bovinos ao carrapato *Boophilus microplus* I. Infestação Artificial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 22, p. 433-438, 1987.

OLIVEIRA, G.P.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R. Resistência de bovinos ao carrapato *Boophilus microplus* II. Infestação natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 24, p. 1267-1271, 1989.

PATARROYO, J.H.; LOMBANA, C.G. Resposta imune a vacinas sintéticas anti *Boophilus microplus*. *Revista Brasileira de parasitologia Veterinária*, v. 13, p. 129-134, 2004. (Supl. 1).

PINTO, S.B.; SOCCOL, V.T.; VENDRUSCOLO, E.; ROCHADELLI, R.; RIBEIRO, P.B.; FREITAG, A.; HENEMANN, C. UEMURA, M. Bioecologia de *Dermatobia hominis* (Linnaeus Jr., 1781) em Palotina, Paraná, Brasil. *Ciência Rural*, v. 32, p. 821-827, 2002.

SANAVRIA, A.; BARBOSA, C.G.; BEZERRA, E.S.; MORAIS, M.C.; GIUPPONI, P.C. Distribuição e freqüência de larvas de *Dermatobia hominis* (Linnaeus Jr., 1781) (Díptera: Cuterebridae) em peles de bovinos. *Parasitología Latinoamericana*, v. 57, p. 21-24, 2002.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; REGITANO, L.C.A.; OLIVEIRA, M.C.S. Infestação natural de fêmeas bovinas de corte por ectoparasitas na Região Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 1477-1482, 2010.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; REGITANO, L.C.A.; OLIVEIRA, M.C.S.; BARIONI JÚNIOR, W. Artificial infestation of *Boophilus microplus* in beef cattle heifers of four genetic groups. *Genetics and Molecular Biology*, v. 30, p. 1150-1155, 2007.

SPISSO, B.F.; NÓBREGA, A.W.; MARQUES, M.A.S. Resíduos e contaminantes químicos em alimentos de origem animal no Brasil: histórico,

legislação e atuação da vigilância sanitária e demais sistemas regulatórios. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 14, p. 2091-2106, 2009.

WALLER, P.J.; THAMSBORG, S.M. Nematode control in “green” ruminant production systems. *Trends in Parasitology*, v. 20, p. 493-497, 2004.

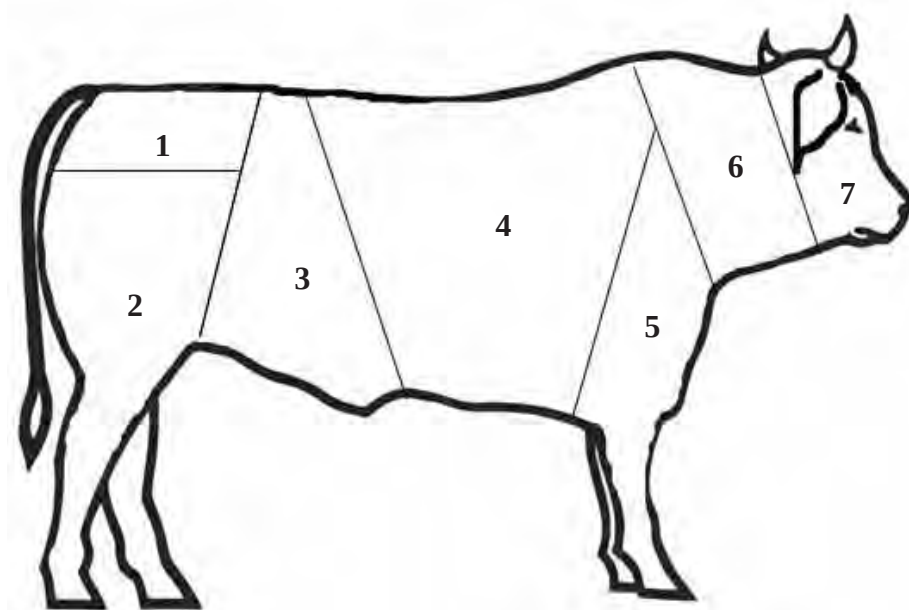


Figura 1 - Divisão do corpo bovino utilizada para estimar a distribuição dos ectoparasitas. Cauda, garupa (1), membro pélvico (2), flanco (3), costela (4), membro torácico (5), região cervical (6) e cabeça (7).



Figura 2 - Diferentes tonalidades da cor vermelha observadas nos animais da raça Crioula Lageana (setas brancas) e meio-sangue Angus (setas pretas).

Tabela 1 - Contagens médias de larvas de *Dermatobia hominis* e teleóginas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* nos grupos de animais da raça Crioula Lageana e meio-sangue Angus, naturalmente infestados, em Monte Castelo, SC, Brasil.

Coleta	<i>D. hominis</i>		<i>R. (B.) microplus</i>	
	média (mínima - máxima)		média (mínima - máxima)	
	Crioula Lageana	Meio-sangue Angus	Crioula Lageana	Meio-sangue Angus
23 Out. 2009	1,8 (0 - 5)	4,8 (0 - 19)	0	0
18 Nov. 2009	5,7 (1 - 21)	9,7 (0 - 43)	0	0
16 Dez. 2009	9,0 (0 - 31)	6,6 (0 - 28)	0	0
13 Jan. 2010	4,0 (0 - 9)	9,1 (0 - 40)	0	0
10 Fev. 2010	3,8 (0 - 19)	16,5 (0 - 88)	0,2 (0 - 1)	0,3 (0 - 2)
10 Mar. 2010	1,1 (0 - 6)	13,4 (0 - 69)	0	0
08 Abr. 2010	0	5, 0 (0 - 39)	0,3 (0 - 1)	0,6 (0 - 5)
05 Mai. 2010	0	4,9* (0 - 20)	0,6 (0 - 2)	4,4* (0 - 13)
03 Jun. 2010	1,5 (0 - 8)	4,1 (0 - 12)	0,1 (0 - 1)	0,1 (0 - 1)
02 Jul. 2010	0,7 (0 - 5)	1,2 (0 - 5)	0	0
30 Jul. 2010	0	0,1 (0 - 1)	0	0
26 Set. 2010	0,1 (0 - 1)	2,2* (0 - 6)	0	0,3 (0 - 2)
22 Out. 2010	0,4 (0 - 2)	8,4* (0 - 27)	1,3 (0 - 5)	0,4 (0 - 2)
20 Nov. 2010	0,9 (0 - 4)	15,4* (0 - 48)	0,7 (0 - 1)	2,2 (0 - 12)
5 Dez. 2010	0,3 (0 - 2)	7,5* (0 - 27)	0,2 (0 - 1)	0

Para cada espécie de parasita, as médias com diferença estatística significativa ($P < 0,05$) entre os grupos animais, nas diferentes coletas (linhas), estão sinalizadas pelo asterisco (*).

Tabela 2 - Distribuição dos ectoparasitas conforme as regiões do corpo dos animais na raça Crioula Lageana e meio-sangue Angus, naturalmente infestados, em Monte Castelo, SC, Brasil.

Região corporal	Nódulos de <i>D. hominis</i>		<i>B. microplus</i>	
	Crioula Lageana %	Meio-sangue Angus %	Crioula Lageana %	Meio-sangue Angus %
Cabeça	7,17	2,29	0	0
Região cervical	10,58	10,01	8,82	28,92
Membros torácicos	53,93	27,18	14,71	26,51
Costelas	21,16	45,27	2,94	6,02
Flancos	2,73	6,98	0	18,07
Membros pélvicos	3,75	5,05	61,77	19,28
Garupa	0,68	2,39	8,82	1,20
Cauda	0	0,83	2,94	0

Tabela 3 - Espessura média da capa de pelame na região da escápula direita dos animais da raça Crioula Lageana e meio-sangue Angus, naturalmente infestados por ectoparasitas, em Monte Castelo, SC, Brasil.

Coleta	Crioula Lageana (média $\pm$ erro padrão)	Meio-sangue Angus (média $\pm$ erro padrão)
29 Jul. 2009	0,93 $\pm$ 0,15	1,75 $\pm$ 0,20 *
28 Ago. 2009	0,98 $\pm$ 0,20	1,85 $\pm$ 0,26 *
23 Set. 2009	0,71 $\pm$ 0,13	1,04 $\pm$ 0,16
23 Out. 2009	0,51 $\pm$ 0,12	0,83 $\pm$ 0,13
18 Nov. 2009	0,32 $\pm$ 0,07	0,39 $\pm$ 0,04
16 Dez. 2009	0,22 $\pm$ 0,05	0,34 $\pm$ 0,03
13 Jan. 2010	0,19 $\pm$ 0,05	0,19 $\pm$ 0,03
10 Fev. 2010	0,16 $\pm$ 0,04	0,18 $\pm$ 0,03
10 Mar. 2010	0,12 $\pm$ 0,01	0,19 $\pm$ 0,04
08 Abr. 2010	0,19 $\pm$ 0,02	0,32 $\pm$ 0,03 *
05 Mai. 2010	0,31 $\pm$ 0,02	0,48 $\pm$ 0,07 *
03 Jun. 2010	0,43 $\pm$ 0,04	0,76 $\pm$ 0,11 *
02 Jul. 2010	0,34 $\pm$ 0,02	1,08 $\pm$ 0,18 *
30 Jul. 2010	0,35 $\pm$ 0,03	1,18 $\pm$ 0,18 *
27 Ago. 2010	0,26 $\pm$ 0,03	0,56 $\pm$ 0,07 *
26 Set. 2010	0,11 $\pm$ 0,01	0,24 $\pm$ 0,04 *
22 Out. 2010	0,12 $\pm$ 0,01	0,13 $\pm$ 0,02
20 Nov. 2010	0,11 $\pm$ 0,01	0,16 $\pm$ 0,03
5 Dez. 2010	0,11 $\pm$ 0,01	0,13 $\pm$ 0,02

As médias com diferença estatística significativa ($P < 0,05$) entre os grupos animais, nas diferentes coletas (linhas), estão sinalizadas pelo asterisco (*).

CAPÍTULO 3*

**Neste capítulo consta o artigo “Resistance against gastrointestinal nematodes in Crioulo Lageano and crossbred Angus cattle,” o qual será enviado para publicação no periódico: International Journal for Parasitology. Normas de publicação no anexo.*

Resistance against gastrointestinal nematodes in Crioulo Lageano and crossbred Angus cattle in southern Brazil

C. P. Cardoso^{a, b}, B. F. Silva^a, A. F. T. Amarante^a

^a UNESP - Univ Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Parasitologia, Campus Botucatu, São Paulo. Address: Instituto de Biociências, Departamento de Parasitologia, Caixa Postal 510, Distrito de Rubião Júnior, Botucatu, CEP 18618-000, SP, Brazil. Tel.: +55-14-38116239. E- mail: cristinacardoso@epagri.sc.gov.br; brusilvabio@gmail.com; amarante@ibb.unesp.br

^b EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Address: Rua João José Godinho, Caixa Postal 181, Lages, CEP 88502-970, SC, Brazil. Tel./Fax: 55 49 32244400. E-mail: cristinacardoso@epagri.sc.gov.br (Corresponding author).

Abstract

Gastrointestinal nematodes have always been a problem for ruminant production, causing serious production losses in beef and milk cattle. This study was carried out to evaluate the natural breed resistance against nematode infections in Crioulo Lageano and crossbred Angus male calves. Crioulo Lageano is a naturalized cattle breed from Santa Catarina State, Southern Brazil. Ten weaned calves (6-8 months) were used in each group and were kept together during experimental period (July 2009 to December 2010) in winter and summer pastures and submitted to natural infection by nematodes. Every 28 days, fecal and blood samples were collected for parasitological and immunological tests. Body weight was recorded in the same occasion. After 19 samplings all animals were slaughtered and gastrointestinal contents were collected from each individual for quantification and identification of parasites. There were no significant differences in worm burden or nematode fecal egg count between the Crioulo and crossbred Angus groups. There were also no

differences in IgG and IgA mean levels against *Cooperia punctata* and *Haemonchus placei* antigens. Crossbred Angus animals were heavier than Crioulo presenting mean live weight of 390.3 kg and 507.35 kg, respectively, at the end to the trial. Results suggested that throughout the experiment animals acquired resistance against nematode infections, due to constant challenges. Through parasitological and immunological comparative evaluation, there was no difference in the natural resistance against gastrointestinal nematodes between the Crioulo Lageano and crossbred Angus cattle.

Keywords: Immune response, nematodes, *Trichostrongylus*, *Haemonchus*.

1. Introduction

Brazil has one of the largest cattle herds of the world, which are affected by several parasite species. Infections with gastrointestinal nematodes (GIN) remain a major threat for ruminant production, specially, because infections are usually asymptomatic and thus can pass unnoticed by the farmers causing reduction in productivity (Catto et al., 2005).

Parasitic gastroenteritis prophylaxis is based almost exclusively on the use of anthelmintics. This strategy of control is increasingly threatened by populations of cattle nematodes resistant to the most commonly used anthelmintics (reviewed by Sutherland and Leathwick, 2011). Further issues arising from the widespread use of anthelmintics are the increasing public awareness and concern about potential drug residues in consumable products and the possible ecotoxicological effects of drugs.

The use and development of alternative methods may be an option for the control and prevention of GIN infections, reducing the frequency of anthelmintic treatments. Obtaining helminth-resistant animals appears to be the most viable and easily applicable method in the field, despite the fact that results will appear only over the medium to long term (Waller and Thamsborg, 2004). Studies have demonstrated that the number of nematode eggs/gram (EPG) in feces of pastured cattle is strongly influenced by host genetics and that the heritability of this trait is approximately 0.30. In addition, EPG values are not normally distributed and a small percentage of a herd is responsible for the majority of

parasite transmission. This suggests that genetic management of a small percentage of the herd can considerably reduce overall parasite transmission (reviewed by Gasbarre et al., 2001).

Another option is the use of naturalized breeds of livestock. After being submitted to a long process of natural selection, naturalized breeds present characteristics adapted to specific environmental conditions such as resistance to disease and parasites. Another pattern which emphasizes the importance of naturalized breeds was that they present a higher genetic diversity than the commercial breeds (Mariante et al., 2009). Thus, they have been targeted in the search for genes related to innate resistance to nematodes. In Brazil, evidence is available in the scientific literature for differential GIN resistance in naturalized sheep breeds, such as Crioula Lanada and Santa Ines which were more resistant to GIN in comparison with commercial breeds (Bricarello et al., 2004; Amarante et al., 2004).

However, there is much anecdotal evidence pointing to the greater disease resistance of livestock breeds indigenous to environments where they face a heavy disease challenge. In most of these cases the claims made for specific breeds have not been subject to scientific investigation (FAO, 2007), which is the case of some naturalized breeds of cattle in Brazil. Crioulo Lageano is a naturalized cattle breed from Santa Catarina State, Southern Brazil. The animals are characterized by good production, easy calving, good maternal ability and adaptation to the high plains and to the coldest region of Brazil. Crioulos probably descends from Hamitic longhorn cattle, coming from the North-African region, introduced into the Iberian Peninsula, and finally brought to Brazil by the Jesuits, almost 500 years ago (Spritze et al., 2003). Crioulo Lageano was included in the endangered breed list by FAO (2007) and nowadays presents a population of approximately 3,000 individuals maintained in commercial farms and research institutions involved in active conservation programmes in Brazil.

This was the first study about the resistance against endoparasites in a locally naturalized breed of cattle in South America. The resistance against GIN infections of Crioulo Lageano (*Bos taurus*) young male cattle was compared to that of crossbred Angus cattle.

2. Materials and methods

2.1 Study location

The study was carried out in a farm located in Monte Castelo (-26° 27'S, 50° 59'W), Santa Catarina State, Brazil. The local climate, according to Koppen's classification, is denominated as subtropical highlands (Cfb), humid climate with an annual mean temperature of 16 °C.

2.2 Animals and experimental design

Ten castrated males of Crioulo Lageano breed and of crossbred Angus were used to evaluate the resistance against natural infections by gastrointestinal nematodes. Calves were newly weaned (6-8 months old) and raised in the field, i.e., they were exposed to parasites since birth. Crioulo Lageano animals were pure by origin and the offspring of five sires. Individuals named as crossbred Angus came from crosses of three Angus sires, pure by origin, with cows of European breeds (crossbreed Charoles, Hereford and Devon), a common crossbreed used in this region. The animals were moved to the farm in June, 2009, where they were kept under the same management conditions in winter (*Lolium* sp., *Avena* sp. and *Trifolium repens*) and summer pastures (*Brachiaria* sp., *Sorghum sudanense* and *Axonopus catharinensis*). The animals went through an adaptive period of five weeks until the first data sampling.

Every 28 days, between 29th July 2009 and 5th December 2010, fecal and blood samples were taken from all animals and body weight was recorded on the same occasion. The last sampling was made a day before slaughter. The slaughter was carried out in a commercial slaughterhouse, following Animal Welfare Standards (Approved by Ethics Committee – Protocol 102/2008-CEEA/FMVZ/UNESP/Botucatu-SP).

2.3 Anthelmintic treatments

At the time of weaning in June 2009, all animals underwent complete clinical examination to exclude any disease. They were then treated with levamisole phosphate (9.4 mg/kg, Ripercol® L 150F, Fort Dodge) and fipronil

(1mL/10kg, Topline®, Merial). Treatment was given to ensure that the animals would begin the experiment free of parasites.

In May 2010, a new treatment was administered on all animals due to high fecal egg counts (FEC) in some animals. Levamisole phosphate was also used, but at a dose of 4.7 mg/kg.

2.4. Fecal examination

Fecal samples were collected directly from the rectum of each animal and faecal egg counts (FEC) were determined by a modified McMaster method in which each egg counted represented 50 EPG (Ueno and Gonçalves, 1998). Composite fecal cultures were made separately for each group in order to produce infective larvae (L3) (Ueno and Gonçalves, 1998), which were identified according to Keith (1953).

2.5. Serum samples

Blood samples were collected by jugular vein puncture into vacuum tubes without anticoagulant. Serum samples were stored at -20°C to immunoglobulin G (IgG) measurements.

2.6. Worm counts

At slaughter, gastrointestinal contents were collected and aliquoted for adult worm retrieval. After separating according to anatomical segments, the abomasum and the small and large intestines were opened, and their contents placed in a graduated bucket. A 5% aliquot was preserved in 5% formalin. The nodular lesions caused by histotropic larvae of *Oesophagostomum* sp. were observed and classified as: Score 1 - few nodules, Score 2 – moderate amount and Score 3 – large number of nodules.

Worm identification and counting procedures were performed in the preserved material as described by Ueno and Gonçalves (1998), except the genus *Haemonchus*, for which spicules morphometry was used according to Achi et al. (2003), plus the number of the ridges of the synlophe (Lichtenfels et al., 1994). The degree of infection intensity was classified according to Ueno and Gonçalves (1998).

2.7. Mucus

Mucus was taken from abomasum (greater curvature) and small intestine (100 cm from the pylorus) mucosa to determine the levels of immunoglobulin A (IgA). A 5 cm piece of abomasum and small intestine were sampled for the extraction of mucus and stored at -20°C until processing. Tissues were thawed and mucus was scraped off with a glass slide. The scrapings were collected in a falcon tube on ice. Three milliliters of ice cold phosphate buffered saline (PBS) supplemented with protease inhibitors (Complete[®], Roche) was added to each sample. The samples were shaken for 1 h at 4°C and centrifuged for 30 min at 4°C and 3000 x g. The supernatant was collected and centrifuged again for 30 min at 4°C and 15000 x g (Kanobana et al., 2002). Protein concentrations were determined using a kit (Protal método colorimétrico[®] – Laborlab, Brazil) and all samples were diluted with PBS to contain the same protein concentration (abomasum 384.46 µg/ml and small intestine 10764.96 µg/ml).

2.8. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)

ELISA was performed for measuring mucus IgA and serum IgG antibody against infective larval (L3) and adults of *Haemonchus placei* and *Cooperia punctata*. The antigens were obtained as described by Bricarello et al. (2008).

Polystyrene micro-titer plates (Nunc, USA) were coated with 100 µl of the different antigens (5 µg/ml) diluted in carbonate-bicarbonate buffer (pH 9.6); plates were incubated overnight at 4 °C. All subsequent incubations were carried out for 1 h at 37 °C using, in each well, a total of 100 µl of reagents. Between each step, plates were washed six times with ultra pure water (EASYpure II UV, Barnstead, USA) containing 0.05% Tween 20 (ProPure[®] - Amresco). After coating, blocking was carried out with 0.1% Gelatin (Amresco, USA) and 0.05% Tween 20 (ProPure[®] - Amresco) in PBS 7.2 (PBS-GT). Sera (1:2000) and mucus (1:40) samples were diluted in PBS-GT and applied in duplicate. Plates were then incubated with HRP conjugated anti-Bovine IgA (Bethyl - cat. n° A10-121P) or IgG (Bethyl - cat. n° A10-118P), diluted at 1:10000. Finally, OPD substrate solution (1,2-phenylenediamine dihydrochloride, Dako, Denmark) was added to each well and the enzymatic reaction was allowed to proceed at room temperature, in the dark for 15 min and stopped with sulphuric acid solution at 5% and plates were immediately

read using an automated ELISA reader (Biotrak II, Amersham-Biosciences, UK) at 492 nm. The standard positive sera were obtained from the less infected individual for both parasites (Crioulo animal). Results for IgG were expressed as the percentage of the optical density (OD) value of the positive-reference serum and those for IgA were expressed as OD-Blank (Kanobana et al., 2002).

2.9. Statistical analysis

Significant differences between groups regarding FEC, weight and IgG serum concentration were assessed by the analysis of repeated measures using the General Linear Models (GLM procedure) of the Statistical Analysis Systems Institute (SAS 9.2, 2008). Worm burden data and IgA mucus levels were analyzed with the Minitab software, Version 11, using one-way analysis of variance. The data relative to FEC and worm burden were transformed on $\log_{10}(x+1)$ to stabilize the variance. Only significant interactions between group*time were mentioned in the results. The relationships between non-transformed data were determined using Pearson's correlation.

3. Results

3.1. Fecal examination

The calves were treated with anthelmintic at weaning in June 2009. Consequently, mean FEC were low in both groups in the first sampling. In subsequent collections, FEC increased gradually until the next treatment in May 2010, when the calves reached 18 months of age. Due to this last treatment, mean FEC were reduced nearly zero. Thereafter, FEC remained low and its mean in each group did not exceed 200 EPG (Figure 1). FEC ranged from zero to 2750 EPG in the Crioulo Lageano group and from zero to 3450 EPG in the crossbred Angus group. The maximum means of FEC were 635 and 610, respectively, in the Crioulo on 8th April 2010 and in the crossbred Angus group on 10th March 2010. There was no statistical difference between the groups evaluated, for this variable.

In addition to the Strongyle eggs, *Toxocara* sp. and *Moniezia* sp. eggs and oocysts of *Eimeria* sp. were detected in some fecal samples.

The percentages of the genus *Haemonchus* at fecal cultures were above 50% at 12 of the 19 samplings in both groups. The larvae percentages of different nematodes varied with the collection and animal group (Figure 2).

3.2. Body and carcass weight

Crossbred Angus group was heavier than the Crioulo Lageano. Group live weight means differed significantly ($P < 0.05$) in all samplings throughout the experimental period, the same occurred for the carcass weight (Figure 1). There was also a significant time*group interaction for live weight values. However, there was statistical difference in weight gain only at the samplings 1, 9, 14, 15, 17 and 18. Carcass yields were similar ($P > 0.05$) between groups and the Crioulo and crossbred Angus means for this variable were, respectively, 50.09% (47.51 to 52.35) and 51.18% (47.88 to 53.98). It should be emphasized that one Crioulo animal always presented low weight; it began the study with 125.5 kg and finished with 260.5 kg.

3.3. Worm counts

After slaughter, the following parasite species were identified: *Haemonchus placei*, *Ostertagia ostertagi*, *Trichostrongylus axei*, *Cooperia punctata*, *Oesophagostomum radiatum*, *Trichuris* spp. and *Moniezia* spp. (Table 1). There were no significant differences ($P > 0.05$) in worm burden between the Crioulo and crossbred Angus groups. However, on average, Crioulo Lageano animals had 1766 parasites less than the crossbred Angus cattle (Table 1).

Moniezia spp. was found in three Crioulo and in five crossbred Angus animals. Responsive nodules to *O. radiatum* larvae were observed in seven Crioulo (Score 1 – five and Score 2 – two) and in five crossbred Angus individuals (Score 1 – four and Score 3 – one).

In the Crioulo group two heavily infected animals were observed (18340 and 23500 worms), two had intermediate level of infection (7620 and 12780) and six had few parasites (0 to 160). In the crossbred Angus group, one individual was heavily parasitized (39780), five had moderate worm burden (1180 to 11240) and three carried few worms (100 to 200). Therefore, two Crioulo Lageano animals presented 66.77% of total adult parasites found in this

group, and a single crossbred Angus individual had 49.86% of the total group worm burden.

The percentage of animals according worm burden classification is presented in Table 2, which reflects three categories of infection severity. It should be noted that one abomasum from Crioulo Lageano group was lost, thus parasite counts in this compartment and group had a sample size of nine.

3.4. IgG and IgA levels

At the beginning of the experiment, serum IgG levels were low, but they increased gradually until 18 months of age. IgG variation was similar to L3 and adult antigens of *H. placei* and *C. punctata* in both the Crioulo and crossbred Angus groups (Figure 3). Statistical differences were not observed for this variable between groups. Mucus IgA levels (abomasum and small intestine) did not differ between the Crioulo Lageano and crossbred Angus. For *H. placei*, IgA mean levels for the adult antigen were lower than for L3, which was not observed for *C. punctata*, which demonstrated similar IgA values for adult and L3 antigens, but with lower levels compared to L3 of *H. placei* (Figure 4).

3.5. Correlations coefficients

There were no significant correlations ($P > 0.05$) between EPG and worm burden, weight gain and IgA and IgG levels at the last sample. The IgG and IgA correlation coefficients between different antigens are shown in Tables 3 and 4.

There were no significant correlations between IgG levels and *C. punctata*/*H. placei* total worm burden in either animal group; similar findings were observed for IgA. However, significant positive correlation was observed ($P < 0.05$) between IgA anti-*C. punctata* and *H. placei* worm burden, with coefficients of 0.73 and 0.80, respectively, for L3 and adult antigens in Crioulo Lageano. When correlating IgG and IgA levels to similar antigens, there was significant correlation ($P < 0.05$) between IgG (sampling 19) and IgA levels only for the *C. punctata* adult antigens in the Crioulo Lageano group ($r = 0.83$).

4. Discussion

There were no differences between Crioulo and crossbred Angus cattle breeds regarding resistance against nematodes. At no time during the experimental period, clinical symptoms of parasitic gastroenteritis were observed in either of the Crioulo Lageano or crossbred Angus groups. During the first experimental year, until May 2010, some animals displayed high EPG values. After the anthelmintic treatment in May, steers were exposed to natural infection again, but FEC remain low indicating an increase in the efficiency of the immune response as they grow older. It was interesting to observe that IgG levels against *H. placei* and *C. punctata* were low at the beginning of the trial and then increased and became relatively high in both breeds until the end of the trial. The association between immunoglobulin levels and protection against nematode infection in cattle was demonstrated in other studies (Bicarello et al., 2008; Zaros et al., 2010). Similarly, calves immunized using successive *H. placei* infection truncated by the use of anthelmintic and challenged with 100,000 L3 developed a high level of protection, with a significant reduction on FEC at the second infection. At the same period, the IgG values continue to present high levels, independent of the FEC decrease (Nishi et al., 2002).

Most of the time, animals of both breeds had access to a pasture with high quality which allowed a proper animal development and, consequently, a successful establishment of an efficient immune response against GIN. Nutrition can influence the development and consequences of parasitism in different ways. First, it can increase the ability of the host to cope with the adverse consequences of parasitism (resilience). Second, it can improve the ability of the host to contain and eventually to overcome parasitism (resistance) by limiting the establishment, growth rate, fecundity and/or persistence of a parasite population (Coop and Kyriazakis, 2001). It was also demonstrated that calves experimentally infected with *H. placei* and submitted to an adequate protein diet presented a higher IgG level against the parasite when compared to a low protein diet group (Nishi et al., 2002).

Possibly, if this experiment had been conducted under similar conditions as to those in which Crioulo herds are generally kept (winter with scarce native pastures), Crioulo group would have shown advantage due to their adaptive

characteristics, and the crossbred Angus animals would suffer with the environmental stress factors. It is noteworthy that when Winter pastures were being replaced by Summer pastures and vice versa due to weather changes, food quality and quantity were reduced. At those times, Crioulo Lageano animals presented weight loss between samplings only once (-0.69 kg), whereas, in the crossbred Angus group this occurred twice (-2.05 and -4.65 kg) demonstrating a bigger demand for proper nutrition in the commercial breed.

An expressive variability in FEC and worm burden was observed within each group in the present study demonstrating that the immune response efficiency was not uniform. Such observation was also reported in Angus and Nelore cattle (Gasbarre et al., 2001, Bricarello et al., 2007; Oliveira et al., 2009).

Differences in resistance against GIN have been reported specially in comparisons between zebu and European breeds of cattle. In experimental infections with *H. placei*, Lopes et al. (1997) reported higher FEC and worm burden in Holstein than in Nelore animals. Holstein individuals showed symptoms of anemia and hypoproteinemia, whereas such problem did not occur with the Neloires. A point to be emphasized is that the aforementioned authors used two breeds with extreme differences in history of selection. Holstein cattle are specialized in milk production with great nutritional demands while Nelore is a hardy breed adapted to the extensive system of meat production in the tropics.

In southern Louisiana, Peña et al. (2000) also compared the gastrointestinal nematode immune response between Angus and Brangus breed. In general, authors found greater resistance in the Brangus breed. Similarly, in Belmont, Australia, O'Kelly (1980) noted that, without anthelmintic treatment, two-year old British (Shorthorn x Hereford) animals were 52 and 27 kg lighter than Africander crossbred and Brahman crossbred cattle, respectively. Conversely, in Argentina's Western Pampas, Suarez et al. (1995) observed that the numbers of deaths and severely affected animals were significantly higher in the Santa Gertrudes breed (5/8 Shorthorn and 3/8 Brahman), when compared to the Aberdeen Angus. In the same environment, Zebu crossbred were also more susceptible when compared to Hereford and Hereford x Brahman animals (Suarez et al., 1990). Thus, these studies present strong evidence of environmental influence in the outcome of the parasitic

infections. In subtropical or tropical climate, where *B. indicus* are adapted, Zebu or its crosses manifested better resistance than European breeds. The opposite occur when breeds are compared in an environment with lower temperatures, in which, zebu cattle shows greater susceptibility to nematode infections and to their effects. In the present study, both breeds showed no problem of adaptation to the environmental conditions demonstrated by the satisfactory productive performance.

In relation to live weight, crossbred Angus started this experiment, on average, 54.6 kg heavier than the Crioulo animals and the difference was bigger at the end of the study: Mean live weight was 390.3 and 507.35 kg, respectively, in the Crioulo Lageano and Angus group. This difference is explained in part by heterosis favoring the crossbred Angus group. It has been demonstrated that crossbred animals may present a higher intake of dry matter and weight gain (Perotto et al., 2000, Gottschall et al., 2007). Other point to consider is that Angus breed selection to beef production has been carried out for a long time. According to Oliveira et al. (2009), the strategy of crossbreeding, which exploits the heterosis and complementarity between breeds, also can be used to obtain more resistant animals. They evaluated the resistance to natural infection by gastrointestinal nematodes in Nelore and its crosses with Senepol and Angus. Although there were no statistically significant differences in the average FEC for the genetic groups studied, the *B. taurus/B. indicus* crosses had lower averages than the purebred *B. indicus* animals during the entire study period, indicating that crossbreeding can be an effective alternative to reduce the use of treatments to control gastrointestinal nematodes.

Through parasitological and immunological comparative evaluation, there was no difference in the natural resistance against gastrointestinal nematodes between the Crioulo Lageano and crossbred Angus cattle under the conditions in which this study was conducted, but complementary studies should be made in natural pasture to evaluate the importance of environmental conditions on the performance of these different breeds.

Acknowledgements

The authors are grateful to Edison Martins, Vera M.V. Martins and Nelson de Araújo Camargo for the donation of Crioulo Lageano animals. We would like to thank all staff from the Parasitology Laboratory of Centro de Ciências Agroveterinárias - UDESC and of Estação Experimental de Lages - EPAGRI for the technical support and the use of their installations. Cristina P. Cardoso received financial support from Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES and Alessandro F. T. Amarante from CNPq.

References

- Achi, Y.L., Zinsstag, J., Yao, K., Yeo, N., Dorchies, P., Jacquiet, P., 2003. Host specificity of *Haemonchus* spp. for domestic ruminants in the savanna in northern Ivory Coast. *Vet. Parasitol.* 116, 151-158.
- Amarante, A.F.T., Bicarelo, P.A., Rocha, R.A., Gennari, S.M., 2004. Resistance of Santa Inês, Suffolk and Ilê de France sheep to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. *Vet. Parasitol.* 120, 91-106.
- Bicarelo, P.A., Gennari, S.M., Oliveira-Sequeira, T.C.G., Vaz, C.M.S.L., Gonçalves de Gonçalves, I., Echevarria, F.A.M., 2004. Worm burden and immunological responses in Corriedale and Crioulo Lanada sheep following natural infection with *Haemonchus contortus*. *Small Rum. Res.* 51, 75-83.
- Bicarelo, P.A., Zaros, L.G., Coutinho, L.L., Rocha, R.A., Kooyman, F.N.J., De Vries, E., Gonçalves, J.R.S., Lima, L.G. Pires, A.V., Amarante, A.F.T., 2007. Field study on nematode resistance in Nelore-breed cattle. *Vet. Parasitol.* 148, 272-278.
- Bicarelo, P.A., Zaros, L.G., Coutinho, L.L., Rocha, R.A., Silva, M.B., Kooyman, F.N.J., De Vries, E., Yatsuda, A.P., Amarante, A.F.T., 2008. Immunological response and cytokines gene expression analysis to *Cooperia punctata* infections in resistant and susceptible Nelore cattle. *Vet. Parasitol.* 155, 95-103.

- Catto, J.B., Bianchin, I., Torres Junior, R.A.A., 2005. Efeitos da everminação de matrizes e de bezerros lactentes em sistema de produção de bovinos de corte na região de Cerrado. *Pesq. Vet. Bras.* 25, 188-194.
- Coop, R.L., Kyriazakis, I., 2001. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. *Trends Parasitol.* 17, 325-330.
- FAO, 2007. The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. Edited by Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling. Rome.
- Gasbarre, L.C., Leighton, E.A., Sonstegard, T., 2001. Role of the bovine immune system and genome in resistance to gastrointestinal nematodes. *Vet. Parasitol.* 98, 51–64.
- Gottschall, C.S., Canellas, L.C., Ferreira, E.T., Bittencourt, H.R., 2007. Performance of Angus, Devon and crossbred Angus x Devon x Nelore young steers in feedlot. *Semina: Cien. Agr.* 28, 135-142.
- Kanobana, K., Ploeger, H.W., Vervelde, L., 2002. Immune expulsion of the trichostrongylid *Cooperia oncophora* is associated with increased eosinophilia and mucosal IgA. *Int. J. Parasitol.* 32, 1389-1398.
- Keith, R.K., 1953. The differentiation of the infective larvae of some common nematode parasites of cattle. *Aust. J. Zool.* 1, 223-235.
- Lichtenfels, J.R., Pilitt, P.A., Hoberg, E.P., 1994. New morphological characters for identifying individual specimens of *Haemonchus* spp. (Nematoda: Trichostrongyloidea) and a key to species in ruminants of North America. *J. Parasitol.* 80, 107-119.
- Lopes, R.S., Bressan, M.C.R.V., Kohayagava, A., Sequeira, J.L., Curi, P.R., 1997. Comparação entre patogenia e susceptibilidade de bezerros Nelore e Holandês à infecção experimental com *Haemonchus placei* (Place, 1893). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 49, 279-290.
- Mariante, A.S., Albuquerque, M.S.M., Egito, A.A., McManus, C., Lopes, M.A., Paiva, S.R., 2009. Present status of the conservation of livestock genetic resources in Brazil. *Livest. Prod. Sci.* 120, 204-212.
- Nishi, S.M., Richtzenhain, L.J., Gennari, S.M., 2002. Serum IgG level in calves experimentally infected with *Haemonchus placei*. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 39, 107-110.

- O'Kelly, J.C., 1980. Parasitism and blood composition in genetically different types of cattle grazing in a tropical environment. *Vet. Parasitol.* 6, 381-390.
- Oliveira, M.C.S., Alencar, M.M., Chagas, A.C.S., Giglioti, R., Oliveira, H.N., 2009. Gastrointestinal nematode infection in beef cattle of different genetic groups in Brazil. *Vet. Parasitol.* 166, 249-254.
- Peña, M.T., Miller, J.E., Wyatt, W., Kearney, M.T., 2000. Differences in susceptibility to gastrointestinal nematode infection between Angus and Brangus cattle in south Louisiana. *Vet. Parasitol.* 89, 51-61.
- Perotto, D., Moletta, J.L., Oliveira, J.E.P., Lesskio, C., 2000. Consumo e conversão alimentar de machos inteiros Charolês, Caracu e cruzamentos recíprocos em confinamento. *Rev. Bras. Zootec.* 29, 108-116.
- Spritz, A., Egito, A.A., Mariante, A.S., McManus, C. 2003. Caracterização genética da raça bovina Crioulo Lageano por marcadores moleculares RAPD. *Pesq. Agrop. Bras.* 38, 1157-1164.
- Suarez, V.H., Busetti, M.R., Lorenzo, R.M., 1995. Comparative effects of nematode infection on *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbred calves grazing on Argentina's Western Pampas. *Vet. Parasitol.* 58, 263-271, 1995.
- Suarez, V.H., Ciminari, O.E., Bedotti, D.O., Busetti, M.R., Bello, E.M., 1990. Epidemiology, effects and control of nematode infections on Zebu crossbred, Hereford and Hereford x Brahman calves of Argentina's Western Pampas. *Vet. Parasitol.* 35, 79-91.
- Sutherland, I.A., Leathwick, D.M., 2011. Anthelmintic resistance in nematode parasites of cattle: a global issue? *Trends Parasitol.* 27, 176-181.
- Ueno, H., Gonçalves, P.C., 1998. Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes. 4ed. Japan International Cooperation Agency, Tokyo, 143 pp.
- Waller, P.J., Thamsborg, S.M., 2004. Nematode control in "green" ruminant production systems. *Trends Parasitol.* 20, 493-497.
- Zaros, L.G., Bricarello, P.A., Amarante, A.F.T., Rocha, R.A., Kooyman, F.N.J., De Vries, E., Coutinho, L.L., 2010. Cytokine gene expression in response to *Haemonchus placei* infections in Nelore cattle. *Vet. Parasitol.*, v.171, p. 68-73.

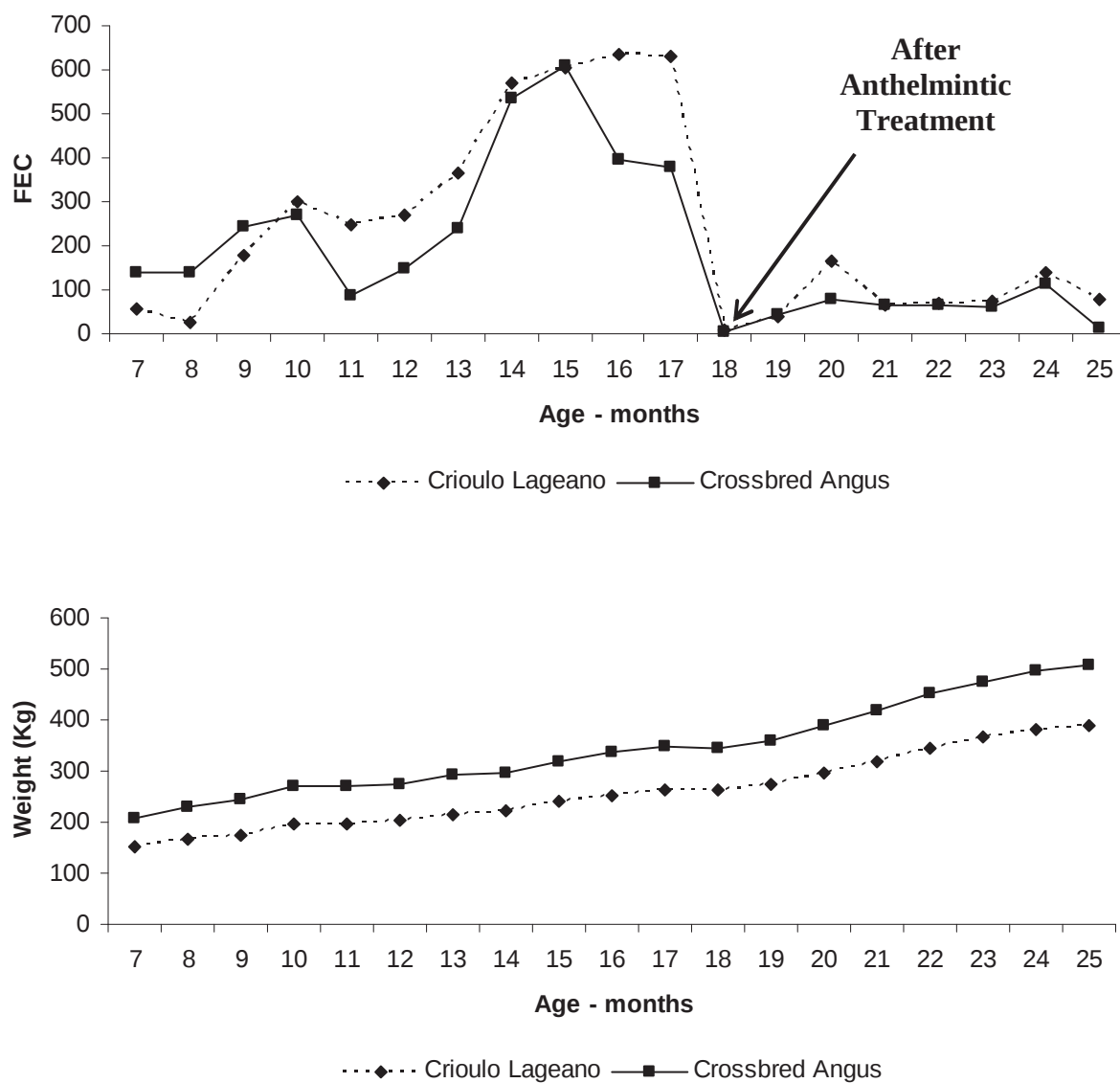


Figure 1 - Mean of fecal egg counts (FEC) and body weight of the Crioulo Lageano and crossbred Angus groups of cattle, naturally infected with gastrointestinal nematodes, in Monte Castelo, SC, Brazil.

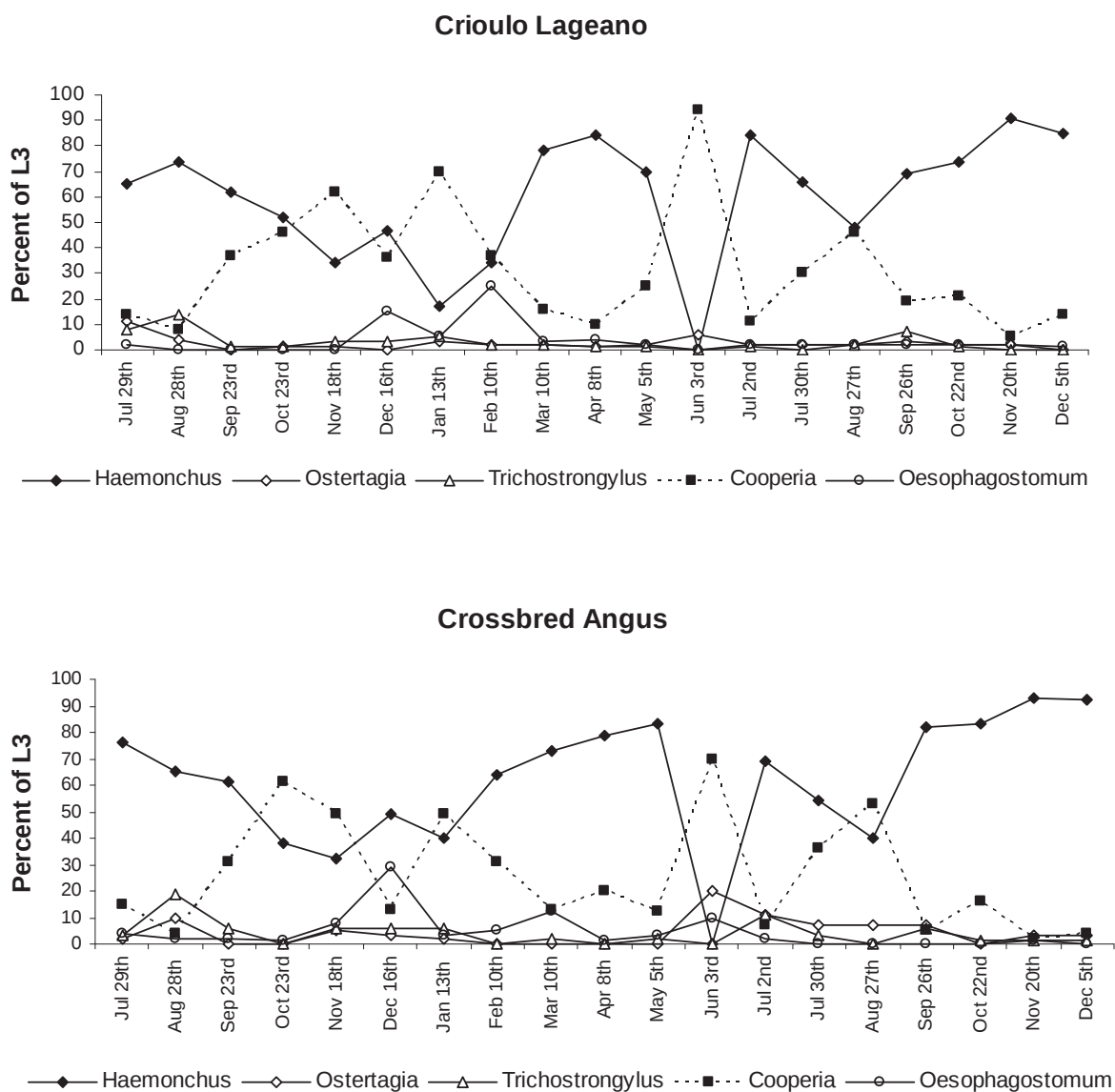


Figure 2 - Percent of third stage larvae (L3) from fecal cultures, according to parasite genus, in Crioulo Lageano and crossbred Angus groups of cattle, naturally infected with gastrointestinal nematodes, in Monte Castelo, SC, Brazil.

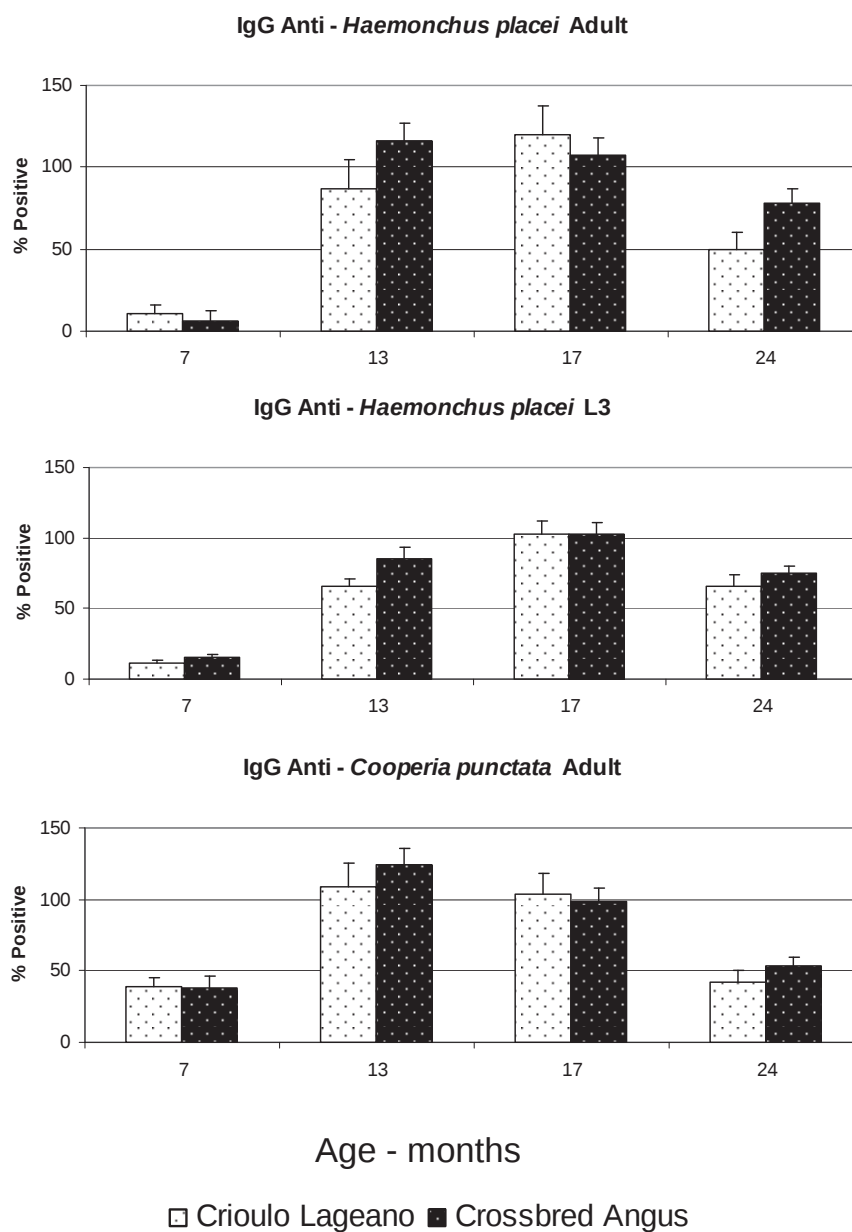


Figure 3 - Mean values of serum IgG against *Haemonchus placei* and *Cooperia punctata* infective larvae (L3) and adult antigens of the Crioulo Lageano and crossbred Angus groups of cattle, naturally infected with gastrointestinal nematodes, in Monte Castelo, SC, Brazil. Bars represent standard error. No significant ($P < 0.05$) difference was found between the groups.

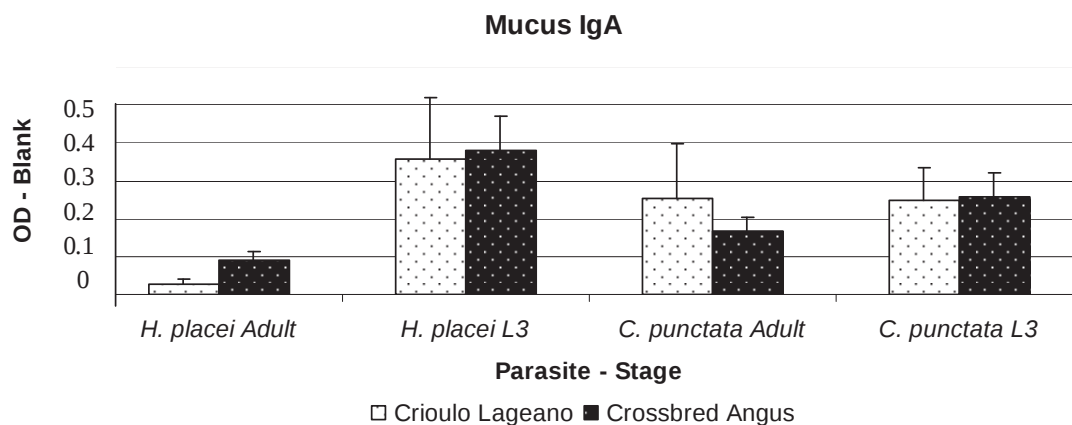


Figure 4 - Mean values of abomasal mucous IgA against *Haemonchus placei* and intestinal mucous IgA against *Cooperia punctata* infective larvae (L3) and adult antigens of the Crioulo Lageano and crossbred Angus groups of cattle, naturally infected with gastrointestinal nematodes, in Monte Castelo, SC, Brazil. Bars represent standard error. No significant ($P < 0.05$) difference was found between the groups.

Table 1 - Mean number of nematodes of the Crioulo Lageano and crossbred Angus cattle, naturally infected by gastrointestinal nematodes, in Monte Castelo, SC, Brazil.

Species	Stage of development	Crioulo Lageano	Crossbred Angus
<i>H. placei</i>	Early L4	2.22 (0-20)	8 (0-20)
	L5 and adults	222.22 (0-1100)	164 (0-1380)
	Total burden	224.44 (0-1120)	172 (0-1400)
<i>T. axei</i>	Early L4	0	28 (0-140)
	Late L4	0	10 (0-100)
	L5 and adults	4957.78 (0-17540)	7558 (0-37780)
	Total burden	4960 (0-17540)	7604 (0-37940)
<i>O. ostertagi</i>	Early L4	6.67 (0-20)	8 (0-40)
	Late L4	2.22 (0-20)	4 (0-20)
	L5 and adults	242.22 (0-780)	196 (0-620)
	Total burden	260 (0-800)	214 (0-680)
<i>C. punctata</i>	Early L4	0	4 (0-20)
	L5 and adults	1334 (0-6960)	42 (0-280)
	Total burden	1334 (0-6960)	46 (0-280)
<i>O. radiatum</i>	Late L4	4 (0-20)	2 (0-20)
	L5 and adults	50 (0-320)	18 (0-60)
	Total burden	54 (0-320)	20 (0-60)
<i>Trichuris</i> spp.	L4	0	2 (0-20)
	L5 and adults	4 (0-40)	0
	Total burden	4 (0-40)	2 (0-20)

Minimum and maximum values are in parentheses. L: larvae.

Table 2 - Percent of Crioulo Lageano and crossbred Angus animals according to worm burden classification*.

Species	Breed	Low (%)	Moderate (%)	High (%)
<i>H. placei</i>	Crioulo Lageano	77.8	11.1	11.1
	Crossbred Angus	90	0	10
<i>T. axei</i>	Crioulo Lageano	77.8	22.2	0
	Crossbred Angus	80	10	10
<i>O. ostertagi</i>	Crioulo Lageano	100	0	0
	Crossbred Angus	100	0	0
<i>C. punctata</i>	Crioulo Lageano	80	20	0
	Crossbred Angus	100	0	0
<i>O. radiatum</i>	Crioulo Lageano	70	30	0
	Crossbred Angus	100	0	0

*Low, moderate and high burden was considered as, respectively, <400, 400-1.000 and >1.000 to *Haemonchus*, <10.000, 10.000-30.000 and >30.000 for *Trichostrongylus*, <5.000, 5.000-10.000 and >10.000 to *Ostertagia* and *Cooperia*, and <100, 100-1.000 and >1.000 of *Oesophagostomum*. Based on criteria described by Ueno and Gonçalves (1998).

Table 3 - Overall relationship^a between IgG concentration against different parasitic antigens in Crioulo Lageano and crossbred Angus groups of cattle, naturally infected with gastrointestinal nematodes, in Monte Castelo, SC, Brazil.

Antigens	Breed	29 Jul 2009	13 Jan 2010	5 May 2010	5 Dec 2010
Hp Ad x Hp L3	Crioulo Lageano	0.51	0.27	0.83*	0.69*
	Crossbred Angus	0.91*	0.77*	0.77*	0.73*
Cp Ad x Cp L3	Crioulo Lageano	0.90*	0.65*	0.75*	0.63
	Crossbred Angus	0.78*	0.89*	0.49	0.85*
Hp L3 x Cp L3	Crioulo Lageano	0.97*	0.97*	1.00*	1.00*
	Crossbred Angus	0.99*	1.00*	0.99*	0.97*
Hp Ad x Cp Ad	Crioulo	0.71*	0.95*	0.96*	0.97*
	Crossbred Angus	0.91*	0.80*	0.87*	0.85*
Hp Ad x Cp L3	Crioulo Lageano	0.60	0.45	0.83*	0.67*
	Crossbred Angus	0.94*	0.76*	0.74*	0.76*
Hp L3 x Cp Ad	Crioulo Lageano	0.82*	0.49	0.75*	0.65*
	Crossbred Angus	0.71*	0.90*	0.53	0.82*

^a Spearman's rank correlation coefficients, * P<0.05. Hp – *Haemonchus placei*, Cp – *Cooperia punctata*, Ad – adult, L3 – infective larvae.

Table 4 - Overall relationship^a between IgA concentration against different antigens in Crioulo Lageano and crossbred Angus group of cattle, naturally infected with gastrointestinal nematodes, in Monte Castelo, SC, Brazil.

IgA	Crioulo Lageano	Crossbred Angus
Hp Ad x Hp L3	0.79*	0.54
Cp Ad x Cp L3	0.97*	0.86*
Hp L3 x Cp L3	0.01	0.32
Hp Ad x Cp Ad	0.12	0.29
Hp Ad x Cp L3	0.22	0.38
Hp L3 x Cp Ad	-0.09	0.22

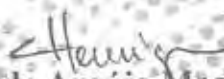
^a Spearman's rank correlation coefficients, * $p < 0.05$. Hp – *Haemonchus placei*, Cp – *Cooperia punctata*, Ad – adult, L3 – infective larvae.

ANEXOS

ATESTADO

Atestamos para os devidos fins, que o Projeto de Pesquisa "**Comparação da resistência natural a endoparasitos e ectoparasitos em bovinos das raças Crioula Lageana e Angus**", Protocolo nº 102/2008-CEEA, de **Cristina Perito Cardoso**, aluna do programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, nível Doutorado da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, campus de Botucatu, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal e foi aprovado pela Câmara de Ética em Experimentação Animal desta Faculdade.

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, em 8 de abril de 2008.


Prof. Ass. Dr. Luiz Henrique de Araújo Machado
Presidente da CEEA da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu

FMVZ/UNESP – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Seção Técnica Acadêmica
Distrito de Rubião Jr., s/n – Botucatu/SP – 13618-000



INTERNATIONAL JOURNAL FOR PARASITOLOGY

Sponsored by the Australian Society for Parasitology

EDITORIAL INFORMATION PAGE

TABLE OF CONTENTS

• Description	p.1
• Audience	p.1
• Impact Factor	p.1
• Abstracting and Indexing	p.2
• Editorial Board	p.2
• Guide for Authors	p.4



ISSN: 0020-7519

DESCRIPTION

The *International Journal for Parasitology* publishes the results of original research in all aspects of basic and applied parasitology, including all the fields covered by its Specialist Editors, and ranging from parasites and host-parasite relationships of intrinsic biological interest to those of social and economic importance in human and veterinary medicine and agriculture. Original research includes the development of novel and innovative concepts and ideas, as well as experimental and observational science that raises new hypotheses. Because of its breadth of discipline coverage, the aims and significance of all contributions should be made clear to readers who are not expert in the particular subject of papers. In applied parasitology, it will tend to favour contributions of broader significance to the subject rather than narrow, highly specialised applications. The principal form of publication is the full length paper which contains substantial results from a major program of research. The Journal also provides a medium for the rapid publication of a limited number of papers reporting highly significant original findings, as Rapid Communications. It also publishes Thematic Issues incorporating papers on a topical theme and commissions papers with emphasis on shorter, focussed Reviews of topical issues and strategically important subjects. The Journal encourages critical comment and debate on matters of current controversy in parasitology via "Current Opinions".

Most downloaded papers

AUDIENCE

Parasitologists, Zoologists, Entomologists, schools of tropical medicine. Sponsored Articles: *International Journal of Parasitology* offers authors or their institutions the option to sponsor non-subscriber access to their articles on Elsevier's electronic publishing platforms. For more information please click <http://www.elsevier.com/wps/find/authorshome.authors/para> here .

IMPACT FACTOR

2010: 3.822 © Thomson Reuters Journal Citation Reports 2011

ABSTRACTING AND INDEXING

BIOSIS
Cambridge Scientific Abstracts
Chemical Abstracts
Current Contents
EMBASE
Elsevier BIOBASE
FO: VM
Helminthological Abstracts
MEDLINE®
PASCAL/CNRS
Protozoological Abstracts
Scopus
Tropical Diseases Bulletin
Veterinary Bulletin

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief:

A. Loukas, Queensland Tropical Health Alliance, James Cook University, McGregor Rd, Smithfield, Cairns, QLD 4870, Australia, Fax: +61 3 5256 1396, Email: editor@ijp.org.au

Deputy Editors:

I. Beveridge, Veterinary Clinical Centre, University of Melbourne, 250 Princes Highway, Werribee, VIC 3030, Australia, Fax: +61 3 5256 1396, Email: editor@ijp.org.au

B.M. Cooke, Dept. of Microbiology, School of Biomedical Sciences, Monash University, Wellington Road, Victoria, 3800, Australia, Fax: +61 3 5256 1396, Email: editor@ijp.org.au

Editorial Assistant:

M. Meuleman, *International Journal for Parasitology*, Queensland Tropical Health Alliance, James Cook University, McGregor Rd, Smithfield, Cairns QLD 4870, Australia, Tel.: +61 3 5256 1394, Fax: +61 3 5256 1396, Email: editor@ijp.org.au

Specialist Editors:

R. Adlard, Queensland Museum, South Brisbane, QLD, Australia

D. Artis, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA

M.-G. Basáñez, Imperial College London, London, UK

J.C. Beeson, Macfarlane Burnet Institute for Medical Research & Public Health, Melbourne, VIC, Australia

J.M. Bethony, George Washington University Medical Center, Washington, DC, USA

P.J. Brindley, George Washington University Medical Center, Washington, DC, USA

B. Crabb, Macfarlane Burnet Institute for Medical Research & Public Health, Melbourne, VIC, Australia

J.P. Dalton, McGill University, Ste-Anne de Bellevue, QC, Canada

A.M. Dunn, University of Leeds, Leeds, UK

C. Engwerda, Queensland Institute of Medical Research, Herston, QLD, Australia

D. Fidock, Columbia University, New York, NY, USA

R.B. Gasser, University of Melbourne, Werribee, VIC, Australia

R. Gazzinelli, Oswaldo Cruz Foundation (Fiocruz) Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte MG, Brazil

J. Gilleard, University of Calgary, Calgary, AB, Canada

W.R. Hein, James Cook University, Townsville, QLD, Australia

K. Hill, UCLA David Geffen School of Medicine, Los Angeles, USA

M.C. Jenkins, U.S. Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service (ARS), Beltsville, MD, USA

J. Langhorne, The National Institute for Medical Research, London, UK

E. Levashina, INSERM, Strasbourg Cedex, France

M. Lightowlers, University of Melbourne, Werribee, VIC, Australia

D.S. Lindsay, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, USA

D.T.J. Littlewood, Natural History Museum, London, UK

J. Lukes, Institute of Parasitology, Ceske Budejovice, Czech Republic

A. MacDonald, University of Edinburgh, Edinburgh, UK

D.J. Marcogliese, Health Canada, Montréal, Canada

A. Maule, Queen's University Belfast, Belfast, UK

J. McCarthy, Queensland Institute of Medical Research, Herston, QLD, Australia

M. McConville, University of Melbourne, Parkville, Australia

P.A.M. Michels, de Duve Institute, Brussels, Belgium

W.M. Mota, Universidade de Lisboa (Lisbon), Lisboa, Portugal
V. Nussenzweig, New York University (NYU) Medical Center, New York, NY, USA
E.J. Pearce, Trudeau Institute, Inc., Saranac Lake, NY, USA
R. Poulin, University of Otago, Dunedin, New Zealand
E. Pozio, Istituto Superiore di Sanità, Roma, Italy
M. Sandeman, Monash University, Churchill, VIC, Australia
N.C. Sangster, Charles Sturt University, Wagga Wagga, NSW, Australia
J. Santana Silva, Medical School of Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil
B. Striepen, University of Georgia, Athens, GA, USA
J.G. Valenzuela, National Institutes of Health (NIH), Rockville, MD, USA
J.M. Wastling, University of Liverpool, Liverpool, UK
S.K. Wikel, Quinnipiac University, Hamden, CT, USA

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

The journal publishes the results of high quality original research in all aspects of basic and applied parasitology, ranging from parasites and host-parasite relationships of intrinsic biological interest to those of social and economic importance in human and veterinary medicine and agriculture. Original research includes the development of new concepts and techniques, as well as experimental and observational science. Because of its breadth of discipline coverage, the aims and significance of all contributions should be made clear to readers who are not expert in the particular subject of papers. In applied parasitology, it will tend to favour contributions of broader significance to the subject rather than narrow, highly specialised applications. The journal does not normally publish case reports.

Types of papers

There are two types of papers, structured as follows:

Original Research Papers

Title page. Contains the title, authors' names, addresses, name and contact details of the corresponding author.

Abstract. The second page contains an Abstract of not more than 300 words in a single paragraph. At the foot of this page a list of up to 8 Index Keywords should be provided.

Text. (see sections above) In addition to major headings two forms of subheadings are used: (a) the numbered italicised side subheading referring to several paragraphs; (b) the italicised paragraph subheading at the beginning of a single paragraph used only in Materials and methods.

'Rapid Communications'

The journal offers particularly rapid publication of highly significant findings. The covering letter must contain an explanation as to why the work is of such significance to justify publication as a Rapid Communication. Authors are encouraged to contact the Editor-in-Chief prior to submission to see if their paper merits rapid publication and the final decision on acceptance will be influenced not only by scientific assessment but also by considerations of priority and suitability for this section of the Journal. Articles will be limited to 4,000 words and not more than four display items (figures or tables). The article must not be preliminary but will describe significant and substantial new findings, be complete in itself and not be published at a later date in greater detail. The typescript should be marked '**RAPID COMMUNICATION**' on the top left-hand corner of the title page. The first page should show title, author and address details. A short Abstract of not more than 100 words in the same style as for full papers plus up to six Keywords should follow. The text of the paper is next, written with a minimum number of paragraphs and no headings. Not more than 20 essential references should be given. Other instructions are the same as those for full papers.

Contact details for rapid communication

General enquiries prior to submission should be directed to the Editorial Office: editor@IJPAR.org.au

Page charges

This journal has no page charges.

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/ethicalguidelines>.

Policy and ethics

Care of experimental animals. It is the responsibility of authors to ensure that their practices conform with their national animal ethics guidelines. Submitted papers must contain precise details on the care and use of animals and of experimental procedures, especially interventions such as surgery

and tissue sampling, and methods of euthanasia. Referees are asked to indicate whether there is any reason to consider that experimental animals were not well treated or care not taken to avoid distress, and papers may ultimately be rejected on such grounds.

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>.

Submission declaration

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere including electronically in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the copyright-holder.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection software iThenticate. See also <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

After the accepted manuscript is published in an online issue: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright see <http://www.elsevier.com/copyright>). Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Authors whose articles are published in the International Journal for Parasitology will be asked to transfer copyright for that article to the Australian Society for Parasitology, Inc. If there are any issues or conflicts of interest which might prevent the author transferring copyright, they should inform the Editor when submitting the manuscript.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

Retained author rights

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights; for details you are referred to: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Please see <http://www.elsevier.com/funding>.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Open access

This journal offers you the option of making your article freely available to all via the ScienceDirect platform. To prevent any conflict of interest, you can only make this choice after receiving notification that your article has been accepted for publication. The fee of \$3,000 excludes taxes and other potential author fees such as color charges. In some cases, institutions and funding bodies have entered into agreement with Elsevier to meet these fees on behalf of their authors. Details of these agreements are available at <http://www.elsevier.com/fundingbodies>. Authors of accepted articles, who wish to take advantage of this option, should complete and submit the order form (available at <http://www.elsevier.com/locate/openaccessform.pdf>). Whatever access option you choose, you retain many rights as an author, including the right to post a revised personal version of your article on your own website. More information can be found here: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

Language and language version

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://webshop.elsevier.com/languageediting> or our customer support site at <http://support.elsevier.com> for more information.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail. Submitted manuscripts are first reviewed by a specialist editor to assess significance and general suitability for the journal. Approximately half of all submissions progress to peer review.

The final pdf should be no larger than 5 MB.

If file size cannot be reduced to less than 10 MB, the author should contact the IJP Editorial Office for instructions (editor@IJR.org.au).

Required Information:

Name, affiliation, email, telephone and fax numbers and mail address information for one corresponding author.

This must be the same person nominated as corresponding author on the manuscript title page and this person must submit the manuscript on-line.

The corresponding author, through the web access, is responsible for actions with respect to each paper. E-mail prompts will be delivered only to the corresponding author. Articles can also be tracked by the corresponding author via the online system.

Name and affiliations of all other authors.

Cover letter is mandatory for all submissions and should address the novelty, significance of the work.

Note: Current Opinions and Invited Reviews are by invitation only).

Order of files

Manuscript should contain (in order) Title, Authors and addresses, Corresponding Author and address, Abstract, Keywords. In numbered sections: 1. Introduction; 2. Materials and methods; 3. Results; 4. Discussion; then Acknowledgements; References; Legends to Figures. Tables with their legends (in separate or combined files; numbered, in order). Figures (in separate files); preferred formats: JPEG, EPS or PDF, Supplementary and multimedia files.

Format

The preferred format for the text is Microsoft Word. The title page, abstract and text should be formatted with line numbers. The manuscript should be formatted to A4 size paper, in English, double spaced and with 2 cm margins.

Further journal requirements

During submission you will also have to:

Confirm that all authors have read the manuscript and accept responsibility for its contents, Agree to an 'Ethics in Publishing' document.

Suggestions

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of 3 potential referees. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

Additional information

Statistical Analysis

Authors should seek advice on data analysis prior to submission. A commentary (Morrison, D.A., 2002. How to improve statistical analysis in parasitology research publications. *Int. J. Parasitol.* 32, 1065-1070) may also be consulted. Papers may be sent to referees with particular expertise in statistics and modelling.

PREPARATION

Use of wordprocessing software

It is important that the file be saved in the native format of the wordprocessor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the wordprocessor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your wordprocessor.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference; only relevant modifications should be described.

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

This journal does not publish appendices. Information should be included within the manuscript text or provided as supplementary material. If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent section, Eq. (B.1) and so on.

Essential title-page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

Authors should supply a thumbnail image for all types of manuscripts. Articles accepted for publication will be featured via a copy of the article abstract together with a thumbnail image to direct people to the manuscript. An image that serves to illustrate the theme of the paper is desired. It can be a figure from the paper or a related image that typifies the content of the paper. Authors must supply the thumbnail image separately as an electronic file. The maximum final dimensions of the thumbnail image will be 5 cm x 5 cm. Please consider readability after reduction, especially if using one of the figures from the article itself.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using UK spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, "and", "of"). Be sparing with abbreviations; only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Avoid the use of abbreviations, but if necessary, authors should use the list ([click here to see list](#)) as a guide to those terms that need not be given in full, or define each abbreviation on first use.

Acknowledgements

Authors should provide confirmation of consent from persons acknowledged in manuscripts eg. personal communications. This can be provided in a covering letter or by e-mail to the editorial office.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Math formulae

Present simple formulae in the line of normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should only be used in tables.

Table footnotes

Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as 'graphics' or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF: Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required. If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is'.

Please do not:

- Supply files that are optimised for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Illustrations of all kinds should be listed together under 'Legend to Figures' numbered consecutively and their positions indicated in the text. Figures should be high quality, of an adequate size to ensure clarity, and letters and numbers should be at least 4 mm in height. Magnification should be indicated

by inclusion of a scale bar in the figure and its value should be indicated on the figure or in the legend. Each figure should be obvious from its file name. If images have been altered, describe the nature of changes made and software used. This information should be included in the 'Materials and methods' section of the manuscript.

In general, figures will be printed and appear on electronic versions of papers in black and white. Where appropriate, colour figures can be provided on the electronic version, but black and white in the printed version. In this instance, authors are required to submit both colour and high quality black and white versions of figures. Authors should note that the figure legend will be the same in both versions. While there is no charge for colour in electronic versions, there generally is a fee for printed colour figures. Please contact the Editorial Office for the current policy.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

Correct references are the responsibility of the author. Please ensure that all references cited in the text are included in the reference list.

References in the text start with the name of the author(s), followed by the publication date in brackets, e.g. 'Combes (2001) has shown the importance of ...', or '... has been described (Combes, 2001; Kumar et al., 2004) ...', using date order. More than one paper from the same author in the same year must be identified by the letters a, b, c, etc., placed after the year of publication. In the text, when referring to a work by two authors, use (Sangster and Dobson, 2002) or for more than two authors, the name of the first author should be given followed by et al. There is an output style available for EndNote. Please refer to the EndNote website or contact the Editorial Office for a copy of this style file.

The references in the reference list should be in alphabetical order. References to journal articles should contain names and initials of all author(s), year of publication, article title, abbreviation of the name of the journal, volume number and page numbers.

Unpublished data, personal communications and papers 'in preparation' or 'submitted', abstracts (whether published or not) and theses should not be listed in the references (but may be incorporated at the appropriate place in the text); work "in press" may be listed only if it has been accepted for publication. Personal communications must be accompanied by a letter or e-mail from the named person(s) giving permission to quote such information. References to books should also include the title (of series and volume), initials and names of the editor(s) and publisher and place of publication.

Examples:

Combes, C., 2001. Parasitism: The ecology and evolution of intimate interactions. University of Chicago Press, Chicago and London.

Kumar, N., Cha, G., Pineda, F., Maciel, J., Haddad, D., Bhattacharyya, M.K., Nagayasu, E., 2004. Molecular complexity of sexual development and gene regulation in *Plasmodium falciparum*. *Int. J. Parasitol.* 34, 1451-1458.

Pettersson, E.U., Ljunggren, E.L., Morrison, D.A., Mattsson, J.G., in press. Functional analysis and localisation of a delta-class glutathione S-transferase from *Sarcoptes scabiei*. *Int. J. Parasitol.*

Sangster, N.C., Dobson, R.J., 2002. Anthelmintic resistance. In: Lee, D.L. (Ed.), *The biology of nematodes*. Taylor and Francis, London and New York, pp. 531-567.

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references to published articles can be included in the reference list. Other web references such as software programs, databases and individual web pages, should have the reference details included at the appropriate place within the text.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the NLM catalogue: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>.

Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary data

For non-integrated supplementary files, a footnote should be typed on the title page of the manuscript: 'Note: Supplementary data associated with this article'. A copy of supplementary material should be submitted at the same time as the manuscript. Preferred formats are Microsoft Office for text or graphics and avi for movie files. Maximum size of files is 10 MB. If files cannot be reduced to 10MB, authors should contact the JJP Editorial Office (editor@JJP.org.au).

Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address
- Telephone and fax numbers

All necessary files have been uploaded, and contain:

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal

- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
 - Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
 - Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge) and in print, or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print
 - If only color on the Web is required, black-and-white versions of the figures are also supplied for printing purposes
- For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

AFTER ACCEPTANCE

Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. The correct format for citing a DOI is shown as follows (example taken from a document in the journal *Physics Letters B*):

doi:10.1016/j.physletb.2010.09.059

When you use the DOI to create URL hyperlinks to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 (or higher) available free from <http://get.adobe.com/reader>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/reader/tech-specs.html>.

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately – please let us have all your corrections within 48 hours. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication; please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

Additional information

Submission of sequence data to databases

Novel nucleotide or protein sequence data must be deposited in the GenBank™, EMBL or DDBJ databases and an accession number obtained before the paper can be accepted for publication. Submission to any one of the collaborating databanks is sufficient to ensure entry in all. The accession number should be included as a footnote on the title page of the manuscript: 'Note: Nucleotide sequence data reported in this paper are available in the GenBank™, EMBL and DDBJ databases under the accession number(s)'. If requested the database will withhold release of data until publication. The usual method for submitting sequence data is by the World Wide Web to either GenBank (via BankIt: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BankIt/>), EMBL (via WebIn: <http://www.ebi.ac.uk/subs/allsubs.html>) or to DDBJ (via SAKURA: <http://sakura.ddbj.nig.ac.jp/>). Special types of submissions, such as

genomes, bulk submissions, segmented sets, and population/phylogenetic/mutation studies, can be more easily prepared with the Sequin programme (available from the above Web sites). Authors are encouraged by the databases to update their entries as the need arises.

GenBank/DNA sequence linking. In order for automatic links to be made between papers and GenBank, authors should type the accession number in bold, underlined text. Letters in the accession number should always be capitalised. (See the example). When published they will appear in normal type.

Example: ' GenBank accession nos. **AI631510**, **AI631511**, **AI632198**, and **BF223228**), a B-cell tumor from a chronic lymphatic leukemia (GenBank accession no. **BE675048**), and a T-cell lymphoma (GenBank accession no. **AA361117**)' .

Additionally, any multiple alignments of nucleotide or protein data must be submitted to a recognised database and must also receive a unique accession number. The accession number can appear in the text in the relevant section of the Results, as: ' Alignment files are available by anonymous FTP from [FTP from FTP.EBI.AC.UK in directory/pub/databases/embl/align](http://ftp.ebi.ac.uk/pub/databases/embl/align) or via the EMBLALIGN database via SRS at <http://srs.ebi.ac.uk>; under accession(s)' . The usual method for submitting alignments is by the World Wide Web to the European Bioinformatics Institute (via Webin-Align: <http://www.ebi.ac.uk>); Microarray data, in MIAME-compliant format, should be submitted to ArrayExpress (<http://www.ebi.ac.uk/arrayexpress/>) or GEO (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/>). Accession identifiers relating to the data should be provided in the manuscript text.

Policy on bioinformatics papers. In silico analysis: The following guidelines apply to papers that exclusively use in silico analysis or rely heavily on this approach for analysis and conclusions. Such papers should address a significant biological issue or issues. Bioinformatic data should be supported by novel or published biological data. Work would typically use information from a number of databases and even from a number of parasite or host species and use a number of analytical methods. Types of ' metaanalysis' are encouraged either across a wide range of parasites or, say, at a number of points in a metabolic or signalling pathway or an immune cascade. In silico analysis may be especially suitable for review articles.

Guidelines for the reporting of protein identifications using mass spectrometry: The following information should be provided for protein or peptide identifications using mass spectrometry:

1. The program, and version number, used to create peak lists and the parameters used in the creation of the list.
2. The program, and version number, of the program used for database searching. Parameters used for searching should be specified, including, but not limited to, precursor-ion mass tolerance, fragmentation mass tolerance, modifications allowed for, missed cleavages and enzymes used in protein cleavage.
3. The name and version number of the sequence database used in searches. If a custom-made database is used then complete information on the origin of the sequences and database size should be disclosed. Given the dependence of scoring on database size, the use of a small database, or one excluding contaminants, should be justified.
4. A short description of the methods used to interpret the significance of search results, including any statistical analysis, confidence thresholds and other values specific to judging the certainty of the identification.
5. For large-scale experiments a false-positive determination should be reported. This may be the result of randomized database searches or other approaches.
6. Each protein identification should include the accession number, score generated by the search algorithm used, sequence coverage and the number of unique peptide sequences assigned in the protein identification.
7. Single peptide identifications should include an annotated MS/MS spectrum showing fragment assignments together with the peptide sequence, precursor mass, charge and error.
8. Identifications arising from peptide mass fingerprinting should include an annotated mass spectrum. The number of matched peaks, the number of unmatched peaks and the sequence coverage should also be reported along with all parameters and thresholds used to analyse the data. This includes mass accuracy, resolution, calibration methods, contaminant exclusions along with the scoring scheme used and measure of the false-positive rate.

Taxonomic publications. Taxonomic papers are considered only if they are of broad interest, going beyond purely morphological descriptions which are best suited to specialist journals. Examples of contributions of broader interest include description of new taxa which do not fit within accepted classifications, analyses which are of phylogenetic or biogeographic significance employing a range of analysis techniques or which include information on host-parasite relationships or deleterious effects on the host. Presentations which include description of new species should conform to a prescribed pattern as follows; where the new species name is written for the first time, 'n.sp' should succeed it. The name should be followed by: (1) a description, in telegraphic style, i.e. without articles and verbs, of the specific characters; accompanied by illustrations depicting the main differentiating characters; (2) a diagnosis, emphasising the characters of the new species or genus; (3) the details of type material, (host, location in host, geographic locality, collector, place of deposition and registration). Synopses (a brief summary of a small taxonomic group of parasites) and checklists (a list of parasites from particular hosts in particular localities) are acceptable, provided species named are critically evaluated, identifications are sound and the results are of broad scientific interest. Authors should comply with the International Code of Zoological Nomenclature.

Ecological Papers. Specimens upon which new host or locality records are based must be deposited in a museum or recognised collection to be available for further study and registration numbers must be cited.

AUTHOR INQUIRIES

For inquiries relating to the submission of articles (including electronic submission) please visit this journal's homepage. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, will be provided by the publisher. You can track accepted articles at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You can also check our Author FAQs (<http://www.elsevier.com/authorFAQ>) and/or contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

© 2011 Elsevier | <http://www.elsevier.com>