

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

CONTROLE DE NEMATÓIDES GASTRINTESTINAIS EM PEQUENOS
RUMINANTES: MÉTODO ESTRATÉGICO *versus* FAMACHA[®]

Fortaleza, CE
Dezembro de 2004

Universidade Estadual do Ceará
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Faculdade de Veterinária
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias
Iarle Feitosa Reis

CONTROLE DE NEMATÓIDES GASTRINTESTINAIS EM PEQUENOS
RUMINANTES: MÉTODO ESTRATÉGICO *versus* FAMACHA[®]

Dissertação apresentada ao programa de Pós- Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Ciências Veterinárias.

Área de concentração: Reprodução e Sanidade Animal

Orientador: Dra. Claudia Maria Leal Bevilaqua

Fortaleza, Ceará
Dezembro de 2004

R347c Reis, Iarle Feitosa

Controle de nematóides gastrintestinais em pequenos ruminantes: método estratégico *versus* FAMACHA[®]/Iarle Feitosa Reis. – 2004.

80p.

Orientadora: Prof^a Dra. Claudia Maria Leal Bevilaqua
Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade
Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária.

1. Pequenos ruminantes. 2. Nematóides 3. FAMACHA[®]. I. Universidade
Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária.

CDD: 595.182

Universidade Estadual do Ceará
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Faculdade de Veterinária
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias

Título do Trabalho: Controle de nematóides gastrintestinais em pequenos ruminantes:
método estratégico *versus* FAMACHA[®]

Autor: Iarle Feitosa Reis

Aprovada em ____/____/____

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Claudia Maria Leal Bevilaqua
Orientadora

Dr. Luiz da Silva Vieira
Examinador

Dr. Jonh Furlong
Examinador

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me guiado e dado forças para mais esta etapa da minha vida

À professora Dra. Claudia Maria Leal Bevilaqua por sua orientação e dedicação, requisitos fundamentais para a realização desse trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, por colaborar com os ensinamentos que foram importantes para a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Davide Rondina, por sua importante colaboração, no seu papel de estatístico.

A todos os colegas do Laboratório de Doenças Parasitárias do PPGCV, que me ajudaram na realização deste projeto e estiveram ao meu lado durante este período, em especial Cícero, Lucilene, Ana Lourdes, Micheline, Ana Carolina, Iara, Fernanda Menezes e professora Claudia.

Aos novos estagiários (Lorena, Juliana, Renata Sá, Renata Simões, Aline Mesquita, Rafaela e José) do Laboratório de Doenças Parasitárias do PPGCV pela atenção e carinho.

Ao ex-estagiário do Laboratório de Doenças Parasitárias, David Caldas que me ajudou na coleta dos dados.

À ex-estagiária Fernanda Cristina Rondon pela enorme contribuição para a realização deste trabalho.

À mestre Marta Caetano Souza pela sua amizade e ajuda na coleta de dados.

A todos os colegas do mestrado em Ciências Veterinárias do PPGCV, que fizeram parte dessa caminhada de dois anos, passando juntos por mais uma etapa no caminho da nossa realização profissional.

Ao meu grande amigo Walber de Oliveira Feijó, por sua verdadeira amizade que superou comigo muitas dificuldades ao longo desses dois anos.

À Alzenira e Adriana Albuquerque, secretárias do PPGCV, que em muito me ajudaram durante todo o tempo do mestrado.

À Fundação Cearense de Amparo a Pesquisa (FUNCAP) pelo financiamento do material empregado nesta pesquisa.

A CAPES pelo apoio financeiro durante estes dois anos de trabalho.

À minha família que sempre me apoiou, principalmente nos momentos difíceis da realização deste trabalho, em especial a meu pai **José Ferreira dos Reis** e minha mãe **Laura do Vale Feitosa**, exemplo de dedicação.

À minha namorada, Ana Cristina Farias Moreira Ribeiro, que me acompanhou durante esta caminhada.

À administração do setor de transportes da UECE pelo auxílio no deslocamento até às fazendas.

Aos motoristas da UECE, especialmente Raimundo Pereira, Raimundo Matos, Antônio dos Santos (Firmino), Valdemir Lemos e Cláudio que realizaram o transporte às fazendas e ajudaram na coleta dos dados.

Ao pessoal da EMATER-CE (Canindé-CE) que se empenhou na seleção das fazendas e sempre nos apoiaram neste trabalho, especialmente Walmir, Raimundo Frisantes, Aristóteles e Jéfferson que foram essenciais para a realização da coleta de dados.

Ao pessoal da fazenda Oiticica II pela importante colaboração em ceder seus animais para a realização desta pesquisa, especialmente João Silvino que reunia os participantes do trabalho em cada visita à propriedade.

Ao pessoal da fazenda Juá Nova Olinda que se dispôs a trabalhar conosco cedendo e reunindo seus animais em cada visita.

Aos animais alvo deste trabalho que foram importantes para conclusão desta caminhada.

Dedico

RESUMO

Antes do advento da resistência anti-helmíntica, o método estratégico baseado no conhecimento epidemiológico das infecções por nematóides gastrintestinais era recomendado. Atualmente novas filosofias de controle como o tratamento seletivo, do tipo FAMACHA[®], são pesquisadas. Os objetivos deste trabalho foram: comparar a eficiência do tratamento estratégico com o FAMACHA[®], realizar estudo de custo de ambos os métodos de controle e avaliar o desenvolvimento da resistência anti-helmíntica. Para tanto, duas fazendas foram selecionadas: fazenda EST foi aplicado o controle estratégico, quatro vermifugações anuais em todo o rebanho; fazenda F[®] aplicação do método FAMACHA[®], onde foi realizado o exame da mucosa ocular de todos os animais e coleta de sangue para determinação do hematócrito de 10 animais de cada categoria. Pela comparação dos valores obtidos pelo hematócrito e as categorias FAMACHA[®] determinou-se a sensibilidade, especificidade e os valores preditivos positivos e negativos. O custo foi calculado através do somatório do valor do anti-helmíntico usado e mão-de-obra para sua aplicação. Na fazenda F[®], os anti-helmínticos utilizados foram ivermectina para caprinos e levamisol para ovinos. *Haemonchus* spp predominou inicialmente e *Trichostrongylus* spp ao final do experimento; não foi observada perda de peso nos animais e houve elevada eficácia em todos os fármacos testados no final do experimento; as correlações entre hematócritos, escore FAMACHA[®] e número de ovos por grama de fezes (opg) foram estatisticamente significativas ($p < 0,05$) nos ovinos; nos caprinos houve correlação entre hematócrito e escore FAMACHA[®]. A sensibilidade, especificidade e valor preditivo positivo foram sempre inferiores nos caprinos, enquanto o valor preditivo negativo foi superior. A fazenda F[®] apresentou menor custo/animal que a fazenda EST. Nesta fazenda, o anti-helmíntico escolhido foi o levamisol para ovinos e caprinos; ocorreu predomínio do gênero *Trichostrongylus* spp e redução no peso médio dos animais durante o período experimental. Além disso, houve desenvolvimento de resistência ao fármaco utilizado. O método FAMACHA[®], ao contrário do estratégico, foi capaz de controlar a resistência anti-helmíntica, com menos gastos e sem interferir na produção dos animais.

ABSTRACT

Before anthelmintic resistance advent, the strategic method based on epidemiological knowledge of gastrointestinal nematode infections was recommended. Nowadays new control philosophies, as the selective one, like FAMACHA[®], are requested. The objectives of this work were: to compare the efficiency of the strategic treatment (EST) with FAMACHA[®] (F[®]) to calculate the cost of both methods and to evaluate the development of anthelmintic resistance after one year. Two farms were selected: farm EST strategic control was applied, with 4 annual drenchings and farm F[®] where FAMACHA[®] method, was applical the ocular mucous membrane of all animals was examined and a collection of blood was taken for haematocrit determination of 10 animals of each FAMACHA[®] category. Through the comparison between the haematocrit and FAMACHA[®] categories, sensitivity, specificity, positive and negative predictive values were determined. The cost was calculated by the sum of the anthelmintic used and labor for its application. In F[®], goats were treated with ivermectin and sheep with levamisole; the genus *Haemonchus* prevailed initially but at the end of the experiment *Trichostrongylus* spp was the dominant species; weight loss was not observed and all tested drugs had high efficacy at the end of the experiment. The correlation among haematocrit, FAMACHA[®] categories and epg were statistically significant ($p < 0,05$) in sheep. In goats there was correlation between haematocrit and FAMACHA[®] categories. The sensitivity, specificity and positive predictive values were inferior in goats, while the negative predictive value was superior. F[®] presented smaller cost/animal than EST. In this latter farm, the anthelmintic chosen was levamisole for sheep and goats; *Trichostrongylus* spp was the predominant genus from the beginning of the experiment, there was a reduction in the mean weight of animals during experimental period and drugs efficacy was reduced after one year utilization. FAMACHA[®] unlike the strategic, method able to control was anthelmintic resistance, with less expenses and without interfering in animals production.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

INTRODUÇÃO -----	15
REVISÃO DE LITERATURA -----	16
Ciclo parasitário -----	16
Resistência aos antiparasitários-----	17
Controle de nematóides gastrintestinais-----	18
1) Controle curativo ou emergencial-----	18
2) Controle tático -----	19
3) Controle supressivo-----	19
4) Controle estratégico-----	19
5) Controle seletivo-----	20
6) Controle biológico-----	21
7) Seleção de hospedeiros geneticamente resistentes-----	22
8) Manejo de pastagens-----	23
8.1) Pastoreio em áreas agrícolas-----	23
8.2) Pastoreio alternado-----	23
JUSTIFICATIVA -----	25
OBJETIVOS (GERAL E ESPECÍFICOS) -----	26
METODOLOGIA -----	27
1) Procedimento comum às duas fazendas-----	27
1.1) Seleção do anti-helmíntico-----	27
1.2) Animais e exames laboratoriais-----	28
2) Controle estratégico (fazenda EST)-----	28
3) Método FAMACHA [®] (fazenda F [®])-----	28
4) Avaliação do FAMACHA [®] como diagnóstico da anemia por <i>Haemonchus contortus</i> -----	28
5) Estudo custo-----	29
6) Análise estatística-----	29
RESULTADOS -----	30
DISCUSSÃO -----	37

CONCLUSÕES -----	41
PERSPECTIVAS -----	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	43
ANEXOS	
ANEXO I – Cartão FAMACHA -----	53
ANEXO II – ARTIGO I: Gastrointestinal nematode control in small ruminant : strategic versus famacha methods -----	54

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Teste de redução da contagem de ovos nas fezes e intervalo de confiança das fazendas dos métodos estratégico e FAMACHA [®] no início (2003) e final (2004) do experimento-----	31
TABELA 2. Total de animais e peso médio (\pm dp) no início (2003) e final (2004) do experimente-----	32
TABELA 3. Percentagem de animais tratados (categorias 4 e 5) em cada visita à fazenda F [®] durante o período experimental-----	32
TABELA 4. Frequência (percentagem) de falsos negativos e positivos, verdadeiros negativos e positivos considerando os caprinos das categorias FAMACHA [®] 4 e 5 anêmicos e hematócrito (Ht) \leq 19% positivo para anemia-----	35
TABELA 5. Frequência (percentagem) de falsos negativos e positivos, verdadeiros negativos e positivos considerando os caprinos das categorias FAMACHA [®] 4 e 5 anêmicos e hematócrito (Ht) $<$ 22% positivo para anemia-----	35
TABELA 6. Sensibilidade, especificidade, valores preditivos negativos e positivos do método FAMACHA [®] em caprinos usando diferentes valores de hematócritos e FAMACHA [®] 4 e 5 positivos para anemia-----	35
TABELA 7. Frequência (percentagem) de falsos negativos e positivos, verdadeiros negativos e positivos considerando os ovinos das categorias FAMACHA [®] 4 e 5 anêmicos e hematócrito (Ht) \leq 19% positivo para anemia-----	36
TABELA 8. Frequência (percentagem) de falsos negativos e positivos, verdadeiros negativos e positivos considerando os ovinos das categorias FAMACHA [®] 4 e 5 anêmicos e hematócrito (Ht) $<$ 22% positivo para anemia-----	36
TABELA 9. Frequência (percentagem) de falsos negativos e positivos, verdadeiros negativos e positivos considerando os ovinos das categorias FAMACHA [®] 4 e 5 anêmicos e hematócrito (Ht) $<$ 27% positivo para anemia-----	36
TABELA 10. Sensibilidade, especificidade, valores preditivos negativos e positivos do método FAMACHA [®] em ovinos usando diferentes valores de hematócrito e FAMACHA [®] 4 e 5 positivos para anemia-----	37
TABELA 11. Custo obtido nas duas fazendas durante o período experimental-----	37

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Relação entre pluviometria e contagem de ovos nas fezes na fazenda F [©] -----	32
FIGURA 2. Relação entre pluviometria e contagem de ovos nas fezes na fazenda EST-----	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AH – Anti-helmítico

Cap – Caprino

DC – Decisão Correta

dp – Desvio padrão

EST – Estratégico

F[©] - FAMACHA[©]

Ht – Hematócrito

IC – Intervalo de Confiança

IVM – Ivermectina

kg – Quilograma

LEV – Levamisol

mL – Mililitro

MO – Mão-de-obra

OFZ – Oxfendazol

opg – Ovos por grama de fezes

ov- Ovino

PV – Peso vivo

Res - Resistente

Sen - Sensível

SRD – Sem raça definida

TRCOF – Teste de redução da contagem de ovos nas fezes

VPN – Valor preditivo negativo

VPP – Valor preditivo positivo

INTRODUÇÃO

A ovinocaprinocultura destaca-se entre as atividades desenvolvidas no semi-árido nordestino por sua capacidade de resistência às condições adversas e o retorno que proporciona aos seus investidores. A exploração de ovinos e caprinos no Ceará destina-se basicamente à produção de carne e pele que serve, entre outras finalidades, como matéria prima para a indústria calçadista.

Um dos fatores limitantes destas criações é o parasitismo por nematóides gastrintestinais. Levantamentos realizados no nordeste brasileiro demonstraram que mais de 80% da carga parasitária de ovinos e caprinos está constituída por *Haemonchus contortus* (AROSEMENA et al., 1999; COSTA & VIEIRA; 1984; GIRÃO et al., 1992). Este é o nematóide de maior prevalência e intensidade, além de ser o mais patogênico, pois provoca anemia devido ao hematofagismo realizado por larvas e adultos (URQUHART et al., 1990). As perdas econômicas são de dois tipos: baixa produtividade durante o período seco e alta mortalidade nas chuvas (CHARLES, 1989). Estas perdas também podem estar relacionadas com o status nutricional do hospedeiro que é considerado um importante fator que influencia a relação parasito/hospedeiro e a patogenia das infecções parasitárias (VALDERRÁBANO et al., 2002). Os parasitos gastrintestinais podem diminuir o consumo voluntário de alimento e a eficiência da utilização de nutrientes (COOP et al., 1977) retardando o desenvolvimento dos animais, principalmente dos mais jovens que é a faixa etária mais atingida (VALDERRÁBANO et al., 2002).

Após o advento de nematóides resistentes aos anti-helmínticos no nordeste (MELO et al., 2003; VIEIRA & CAVALCANTE, 1999), no sul do país (FARIAS et al., 1997; ECHEVARRIA et al., 1996) e no mundo (DRUDGE et al., 1964; WALLER, 1997; CHARTIER et al., 1998; SANGSTER et al., 2002) tem surgido novas filosofias para a utilização destes fármacos, pois a evolução da resistência aos anti-helmínticos de largo espectro ameaça os atuais programas de controle e a viabilidade de alguns sistemas de produção de ovinos e caprinos (WALLER, 1994; BARNES et al., 1995). Uma das medidas para evitar o aparecimento de nematóides resistentes e prolongar a vida útil dos fármacos é tratar o menor número de animais e com menos frequência.

No nordeste brasileiro o controle do parasitismo por nematóides gastrintestinais tem sido realizado através do tratamento estratégico, tratando-se todo rebanho três vezes no período seco e uma vez no período chuvoso (EMBRAPA, 1994). No entanto, em virtude do rápido desenvolvimento de resistência com o emprego deste método, torna-se necessário a busca de novas alternativas de controle como o seletivo, do tipo FAMACHA[®]. O método FAMACHA[®], desenvolvido para ovinos e caprinos, é baseado nos sinais clínicos de anemia, apenas os animais considerados anêmicos são tratados (VAN WYK et al. 1997; VATTA et al., 2001). Neste tipo de controle, supõe-se que o nematóide *H. contortus* seja o principal causador de anemia nos animais.

REVISÃO DE LITERATURA

Ciclo parasitário e epidemiologia

O ciclo evolutivo dos nematóides tricostrongilídeos é semelhante e envolve uma fase de vida-livre, no ambiente, e outra parasitária, no hospedeiro. A fase de vida livre tem início com a passagem dos ovos nas fezes dos animais contaminados para o ambiente, sendo caracterizada pelo desenvolvimento de ovos até larvas infectantes que ocorre nas pastagens. No ambiente, a larva se desenvolve dentro do ovo e é liberada após a eclosão. A larva cresce e sofre duas ecdises antes de se tornar infectante quando, então migra do interior do bolo fecal para as pastagens ao redor. A evolução da larva até a forma infectante geralmente se dá dentro de 5 a 7 dias (PADILHA & GIVES, 1996).

Os principais fatores que afetam o desenvolvimento e a sobrevivência dos ovos e larvas são a temperatura e a umidade, e os diferentes parasitos variam em sua capacidade de sobreviver em condições extremas de ambos os fatores (SOULSBY, 1987). O parasitismo por nematóides é de maior interesse nas chamadas regiões de alta pluviosidade, onde a precipitação anual excede 500 mm (BARGER, 1993). No Brasil, nas regiões de verão úmido e inverno ameno, as larvas se desenvolvem e se acumulam durante a estação chuvosa, pois encontram condições ideais de temperatura e umidade para o seu desenvolvimento. Nos meses secos, o número de larvas diminui drasticamente devido à dessecação, portanto a maioria da população de parasitos está abrigada no hospedeiro. O mesmo ocorre nas regiões de inverno rigoroso. Nas épocas frias a temperatura desce a níveis inferiores aos necessários para o desenvolvimento de ovos e larvas, estando portanto os animais albergando uma grande quantidade de vermes adultos e imaturos (PADILHA & GIVES, 1996). É possível que as condições ótimas para o desenvolvimento larvar e transmissão de nematóides gastrintestinais, tanto em regiões temperadas quanto nas tropicais, coincide com as estações de forragem abundante e máxima qualidade nutricional (WILLIAMS, 1997). De acordo com SOULSBY (1987) *Haemonchus* spp e *Oesophagostomum columbianum* predominam em climas quentes enquanto *Trichostrongylus* spp, *Teladorsagia* spp e *Oesophagostomum venulosum* predominam nos climas temperados.

Estudos em clima tropical úmido, de vários países, mostraram que o pique de concentração de larvas de *H. contortus* e *Trichostrongylus* spp ocorre no pasto cerca de uma semana depois da contaminação, mas cai apenas a níveis detectáveis em 4 a 6 semanas (WALLER, 1999).

Em geral, o terceiro estágio larvar é o menos susceptível às condições ambientais adversas. Nas fases de vida livre morrem por excesso de calor ou frio (SOULSBY, 1987).

A fase parasitária ocorre durante a evolução das larvas infectantes ingeridas pelos animais até se tornarem adultas e produzirem ovos (PADILHA & GIVES, 1996). Evidências experimentais têm mostrado que os nematóides gastrintestinais têm um período pré-patente de 3 semanas (URIARTE & VALDERRÁBANO, 1990). Depois da infecção, as larvas sofrem outras duas ecdises evoluindo para o parasito adulto imaturo, que cresce, os órgãos reprodutores diferenciam-se, tornando-se adultos. Os parasitos adultos copulam e as fêmeas iniciam a postura.

Resistência aos antiparasitários

Os anti-helmínticos disponíveis no mercado são onerosos e nem sempre altamente eficazes, além de poluírem o ambiente e os alimentos (HERD, 1995). Atualmente a principal forma de controle dos nematóides gastrintestinais é feita com o emprego de drogas, no entanto, é impossível para qualquer droga ser 100% eficaz, contra 100% das espécies de parasitos, em 100% dos animais (WALLER, 1993a). O desenvolvimento de populações de nematóides resistentes aos anti-helmínticos é uma consequência inevitável de seu uso (WALLER, 1993a), e depende da contribuição genética dos nematóides que sobrevivem ao tratamento anti-helmíntico à próxima geração (VAN WYK et al., 2002). O aparecimento da resistência anti-helmíntica tem surgido como um dos mais importantes problemas frente ao sucesso do controle quimioterápico de nematóides gastrintestinais dos animais a pasto (ANDREWS, 2000). Falha no controle é o primeiro sinal do aparecimento de resistência anti-helmíntica (SANGSTER, 2001; MELO et al., 2003). Os fatores mais importantes associados ao seu aparecimento são o uso intenso, subdosagens e o uso continuado de drogas do mesmo grupo químico (WALLER, 1993a). A resistência ocorre em todas as classes de drogas e espécies de parasitos. A resistência aos benzimidazóis é comum em *H. contortus*, *Trichostrongylus colubriformis* e *Teladorsagia circumcincta* (BIRD et al., 2001). A resistência ao levamisol é relativamente rara em *H. contortus*, mas comum em *T. colubriformis* e *T. circumcincta* (DOBSON et al., 1996; BIRD et al., 2001). A resistência às avermectinas/milbemicinas tem sido relatada em todas as três espécies (CONDOR et al., 1993; BIRD et al., 2001). Este problema acontece geralmente em áreas com verões chuvosos, onde *H. contortus* é endêmico, incluindo o Brasil (WALLER et al. 1995). Provavelmente este nematóide desenvolve resistência mais rapidamente devido ao seu elevado potencial biótico (ECHEVARRIA & TRINDADE, 1989; MELO et al., 2003). Além disso, este parasito tem uma grande variabilidade genética e, possivelmente, alberga o alelo que causa a diminuição da susceptibilidade à droga

(BLACKHALL et al., 1998; MELO et al., 2003). A resistência anti-helmíntica não desaparecerá, mas inevitavelmente aumentará a não ser que medidas eficazes de controle sejam tomadas (WALLER, 1993a). Dentre as estratégias recomendadas para diminuir a seleção para a resistência anti-helmíntica podemos citar: redução da frequência de tratamentos, evitar a subdosagem, rotação anual dos grupos de anti-helmínticos e a integração do tratamento anti-helmíntico e manejo de pastagens (ANON, 1989; BARNES, 1995).

Controle de nematóides gastrintestinais

As medidas de profilaxia das nematodeoses gastrintestinais têm como objetivo reduzir a carga parasitária no hospedeiro, pois a gravidade da patogenia depende da intensidade da infecção, de forma que os animais possam conviver com os parasitos provocando perdas insignificantes na produtividade.

O controle tradicional de verminose gastrintestinal é feito através da utilização de anti-helmínticos que eliminam os parasitos do trato gastrintestinal dos animais.

A prevenção da resistência anti-helmíntica é apenas uma consideração no desenvolvimento dos programas de controle de parasitos para o futuro (WALLER, 1993a). Tratamentos oportunistas, empíricos e tradicionais precisam ser abandonados pelo uso mais prudente dos anti-helmínticos associados às medidas de controle suplementares (WALLER, 1993a).

O controle de nematóides gastrintestinais pode basear-se em medidas alternativas, como no manejo dos pastos, nos tratamentos anti-helmínticos e nos sistemas integrados que envolvem estas duas fases (SOULSBY, 1987). Os principais programas de controle de nematóides gastrintestinais visam reduzir ou eliminar os efeitos adversos dos parasitos. Embora existam diferenças entre os programas de controle, os mesmos enfatizam o uso mínimo dos anti-helmínticos mais eficazes, integrando a quimioterapia com manejo de pastagens, evitando a subdosagem, rotação anual das classes de anti-helmínticos, a importância da nutrição adequada, monitorando a contagem de ovos nas fezes e a eficácia do tratamento (WILLIAMS, 1997).

Os principais programas de controle utilizando anti-helmínticos são:

1. Controle curativo ou emergencial

Os animais são tratados somente quando ocorrem sintomas clínicos evidentes ou mesmo morte pelo parasitismo no rebanho (PINHEIRO, 1983). Ocorre comprometimento na produtividade do rebanho e alta contaminação ambiental (VIEIRA et al., 1997). ENTROCASSO (1988) apontou

que embora os fazendeiros possam usar o tratamento estratégico no desmame e no final do inverno, muitos tratam somente em uma base curativa quando os sinais da doença aparecem.

2. *Controle tático*

Utilizado sempre que as condições ambientais favoreçam o surgimento de surto de verminose (PINHEIRO, 1983). Pode ser aplicado quando o manejo leva à concentração de animais, introdução de novos animais no rebanho, antes de estação de monta entre outras (VIEIRA et al., 1997). Neste caso, o desenvolvimento da resistência anti-helmíntica é retardado, mas pode existir perda da produção além de contaminação do meio ambiente (MELO & BEVILAQUA, 2002).

3. *Controle supressivo*

Os animais são tratados a cada 2 ou 4 semanas (PINHEIRO, 1983). Este tipo de controle é empregado em trabalhos de pesquisa quando se deseja verificar o efeito dos parasitos na produtividade do rebanho ou é empregado em animais jovens de grande valor genético ou econômico. Embora seja eficiente no controle do parasitismo, é anti-econômico e produz altos níveis de resistência em um curto período de tempo (MARTIN et al., 1982; MARTIN, 1987; WALLER, 1993a; ECHEVARRIA, 1996; MELO & BEVILAQUA, 2002).

4. *Controle estratégico*

É baseado em estudos epidemiológicos regionais, permitindo o conhecimento da dinâmica populacional dos parasitos, no hospedeiro e ambiente (VIEIRA et al., 1997). Tem como objetivo curar as nematodioses e promover a descontaminação ambiental, prevenindo a aquisição de infecções em níveis prejudiciais (COSTA & VIEIRA, 1984). O mesmo é aplicado antes que ocorra um aumento significativo da população de parasitos em épocas do ano pré-determinadas (PINHEIRO, 1983). Na Austrália, programas de tratamento estratégico têm sido desenvolvidos para diferentes regiões do país também baseados na epidemiologia com o objetivo de reduzir a frequência de tratamentos e diminuir a evolução da resistência às drogas (WILLIAMS, 1997).

No nordeste brasileiro recomenda-se tratar o rebanho inteiro quatro vezes ao ano (EMBRAPA, 1994). A maioria destes tratamentos é executada em épocas estratégicas, quando a população de parasitos está concentrada no animal. Durante a época seca, a população de parasitos na pastagem é baixa ou nula. Neste período do ano são feitos três tratamentos e o quarto no período chuvoso. Neste último período as condições ambientais são favoráveis ao parasitismo, no entanto é

provável que o pasto esteja pouco contaminado devido a uma maior pressão de seleção aplicada no período seco, conseqüentemente as reinfecções se darão de maneira mais lentas e moderadas (COSTA & VIEIRA, 1984). O tratamento anti-helmíntico ocasional feito nas épocas em que uma grande proporção da população de parasitos está no pasto, implicará em uma pequena pressão de seleção e a administração de poucos tratamentos adicionais seria improvável para diminuir a contaminação ambiental (WALLER, 1993a) evitando desta maneira o surgimento de possíveis surtos de parasitismo clínico (VIEIRA et al. 1997).

O tratamento estratégico deve ser realizado com um anti-helmíntico altamente eficaz (EMBRAPA, 1994). O grande risco do desenvolvimento de resistência deste tipo de controle deve-se à mínima ou ausência da população de nematóides em refúgio durante a época seca (MELO & BEVILAQUA, 2002). Aliando este fato ao tratamento nestes períodos possibilita o aparecimento da resistência anti-helmíntica rapidamente (SANGSTER, 2001). Segundo VAN WYK (2001) a resistência ocorre primariamente como conseqüência do tamanho da população de parasitos em refugio e secundariamente pela freqüência de tratamentos.

5. *Controle seletivo*

A distribuição da população parasitária nas espécies animais não segue uma distribuição normal, pois apenas uma pequena parte, cerca de 15% dos animais do rebanho abrigam em torno de 70% da população de parasitos (ANDERSON, 1987). A maioria dos animais é capaz de suportar infecções por nematóides gastrintestinais sem que haja danos. Na África do Sul, MALAN et al. (2001) verificaram que apenas 17% de ovelhas secas, 29% das gestantes e 55% das lactantes necessitaram de tratamento. Diante disso, um bom controle parasitário deve ser eficaz se somente aqueles indivíduos que albergam elevada carga parasitária são tratados (WALLER, 1999). Desta forma persistirá no ambiente uma população de parasitos sensível aos anti-helmínticos. Os tratamentos seletivos devem ser de maior interesse para diminuir a rapidez da resistência anti-helmíntica (HOSTE et al., 2002a). A aplicação seletiva de anti-helmíntico para reduzir o desenvolvimento da resistência em populações de parasitos tem sido relatada em eqüinos (KRECEK et al., 1994) e em pequenos ruminantes (HOSTE et al., 2002b; HOSTE et al., 2002c). Na África do Sul, o sistema FAMACHA[®], baseado nos sinais de anemia clínica, foi desenvolvido para ovinos (VAN WYK et al., 1997) e caprinos (VATTA et al., 2001). Esta estratégia pode ajudar a diminuir o uso de anti-helmínticos e os resíduos de produtos químicos no leite, carne e ambiente, além disso, pode selecionar os melhores animais para reprodução e abate aumentando os lucros da fazenda ajudando os produtores a certificar seus produtos como orgânicos (MOLENTO, 2002).

Segundo BATH et al. (2001) os fatores que contribuíram para a idealização do método FAMACHA[®] foram: *H. contortus* é geralmente o maior causador de doenças nos ovinos e caprinos nas áreas de verão chuvoso, particularmente em áreas tropicais e subtropicais; aumento do aparecimento de parasitos resistentes; a maioria dos ovinos (especialmente os adultos) é capaz de suportar uma elevada carga parasitária e a resistência ou a resiliência dos animais têm mostrado serem herdáveis. No sistema, os animais incapazes de enfrentar um desafio parasitário podem ser alvo de atenção especial, sem que haja a necessidade de tratar todo o rebanho. Os mesmos podem ser retirados do rebanho quando identificados ou tratados repetidamente.

O princípio do método é baseado na parte celular do sangue, onde a proporção de células vermelhas determina se o animal está saudável ou doente (BATH et al., 2001). Os resultados do método FAMACHA[®] indicam que existe uma correlação significativa entre as cinco categorias definidas pelo método e o volume globular dos animais, assim classificados (BATH et al., 2001): categoria 1 (hematócrito-Ht: $\geq 28\%$); 2 (Ht: 23-27%); 3 (Ht: 18-22%); 4 (Ht: 13-17%) e 5 (Ht < 13%).

As principais vantagens do sistema são: aplicação simples, pouco oneroso e fácil de ser ensinado, inclusive a pessoas iletradas. O sistema apresenta um modo prático para identificar ovinos e caprinos resistentes a hemonchoses. Logo, através do método, torna-se possível tratar somente os animais que sofrem de parasitismo severo deixando aqueles que não apresentam anemia clínica sem tratamento. Desta forma a pressão de seleção para a resistência aos anti-helmínticos será menos intensa e os custos com medicamentos inferiores (VAN WYK et al., 1997; VATTA et al., 2001). O processo de inspeção da mucosa ocular é rápido e pode ser integrado com outras atividades de manejo (vacinação, pesagem, contagem etc) e conseqüentemente outros problemas podem facilmente ser identificados (VAN WYK et al., 1997). No entanto, o método controla apenas helmintos hematófagos havendo a necessidade de se implantar outros métodos de controle para outros parasitos. Entre outras limitações do sistema FAMACHA[®] podemos destacar: existência de outras causas de anemia (parasitos externos, hemoparasitos, infecções e deficiências nutricionais) podendo gerar confusão (VAN WYK et al., 1997). Outras condições podem fazer a membrana da mucosa ocular parecer mais vermelha que o esperado, mascarando a anemia, e entre elas podemos citar: altas temperaturas, irritação ou doença ocular e falha circulatória (BATH et al., 2001).

Além destes tipos de controle, existem ainda métodos alternativos os quais não visam substituir os métodos tradicionais que utilizam anti-helmínticos. Entretanto, podem ser empregados como medidas que impeçam o aparecimento de elevadas cargas parasitárias no ambiente e conseqüentemente menor contaminação dos animais. Os principais métodos de controle alternativo empregados são:

6. *Controle biológico*

É a diminuição da densidade de um patógeno, através da utilização de um microorganismo sem provocar alterações no ambiente. Segundo THAMSBORG et al., (1999), o controle biológico pode ser definido como a introdução de um microorganismo vivo no ambiente para obter o controle de um determinado microorganismo ou parasito, reduzindo a população de parasitos abaixo de um limiar onde não cause problemas clínicos e/ou perdas econômicas. O potencial dos agentes de controle biológico inclui bactérias, vírus e protozoários e fungos, sendo estes o grupo mais promissor (WALLER, 1993b). O uso de agentes biológicos para o controle de nematóides tricostrongilídeos tem sido estudado por muitos pesquisadores. Tem-se reconhecido por muitos anos que certos fungos exibem propriedades nematófagas, tanto como predadores ou parasitos endozóicos (BARRON, 1977; WALLER, 1993b). O potencial de fungos nematófagos para controlar populações de helmintos nos pastos tem sido investigado (GRONVOLD, 1993; BARNES, 1995). Os fungos nematófagos do gênero *Arthrobotrys* e bactérias do gênero *Bacillus* são os microorganismos mais estudados com este objetivo (PADILHA & GIVES, 1996). Evidências substanciais sustentam o uso do fungo *Duddingtonia flagrans* como um agente de controle biológico contra estágios de vida livre de vários dos mais importantes nematóides parasitos de animais (LARSEN, 1999). O controle biológico de nematóides tem como alvo os estádios de vida livre nas pastagens (WALLER, 1999).

Os fungos nematófagos reduzem o número de larvas infectantes em desenvolvimento nas fezes, mas não têm nenhum efeito sobre as larvas que já estão na vegetação ou sobre a carga parasitária do animal (THAMSBORG et al., 1999). O controle biológico deve ser usado como uma medida profilática e não ser considerado como uma única solução alternativa ao uso tradicional de produtos químicos (LARSEN, 1999).

7. *Seleção de hospedeiros geneticamente resistentes*

A susceptibilidade dos animais às infecções parasitárias está relacionada à constituição genética dos indivíduos, podendo variar entre raças ou indivíduos dentro da mesma raça (VIEIRA et al., 1997). Certas raças de ovinos e caprinos possuem altos níveis de resistência inata aos nematóides parasitos (WALLER, 1993b). Os melhores exemplos são aqueles encontrados nas regiões onde a exposição às larvas pode ser extremamente alta e, além disso, é provável que estas raças tenham adquirido esta resistência como uma vantagem de sobrevivência pelo processo de seleção natural (WALLER, 1993b).

O aumento da incidência da resistência anti-helmíntica em nematóides gastrintestinais de pequenos ruminantes, frente ao uso indiscriminado de anti-helmínticos, tem sido limitante para as estratégias de controle que são de fundamental importância para os rebanhos. Com isso, o papel indispensável da imunidade adquirida do hospedeiro na regulação das populações de parasitos tem sido muito estudado em algumas raças e ambientes (EADY et al., 2003; BARGER, et al., 1985; WOOLASTON & BAKER, 1996). A seleção do rebanho para a resistência natural aos nematóides gastrintestinais tem sido focalizada primariamente nos ovinos e conduzida principalmente na Austrália e Nova Zelândia (WALLER, 1999). Nestes países, as pesquisas com linhagens de ovinos selecionados com capacidade herdada para resistir infecções por nematóides gastrintestinais estão bem avançadas com rebanhos selecionados para resistência a *H. contortus*, *T. colubriformis* e *T. circumcincta* ou infecções mistas (BARGER, 1993). No Zimbábue, os ovinos nativos Sabi, com características similares aos ovinos Red Maasai e Tswana da África têm mostrado controlar desafio artificial com *H. contortus* por serem mais resistentes aos parasitos internos do que os ovinos Dorper (McKENZIE, 1987; MATIKA et al., 2003). A resistência do hospedeiro pode ser avaliada por várias técnicas, mas o método mais comum é pela da contagem de ovos de nematóides nas fezes (WALLER, 1999).

8. *Manejo de pastagens*

Na mesma época que a resistência anti-helmíntica foi inicialmente relatada, programas de controle de parasitos combinado com algumas formas de manejo de pastagens e tratamento anti-helmíntico foram desenvolvidos para bovinos e ovinos no Reino Unido (WALLER, 1993b). O manejo de pastagens requer um planejamento para assegurar que algumas áreas de pastagens possuam uma quantidade mínima de larvas infectantes sendo consideradas seguras, resultando em baixos níveis de infecção e sem perdas da produtividade animal. O sucesso do manejo de pastagens está baseado no conhecimento apropriado das condições epidemiológicas para o domínio das infecções parasitárias (DIMANDER et al., 2003). Dentre as práticas de manejo que podem ser utilizadas podemos citar:

8.1. *Pastoreio em áreas agrícolas*

Os animais podem ser soltos para pastejo nessas áreas após a colheita das culturas (VIEIRA et al., 1997). O pastoreio dessas áreas pode ser importante no controle de verminoses, pois estão livres de parasitos ou pouco contaminadas devido ao tempo decorrido entre o cultivo agrícola e a colheita (WALLER, 1996). A introdução dos animais em pastagens consideradas livres de parasitos

pode ser feita com ou sem tratamento anti-helmíntico. Segundo GITHIGIA et al. (2001) a mudança de cordeiros de pastagens contaminadas para um pasto limpo com forragem abundante e de boa qualidade prevenirá gastroenterites parasitárias e dará uma boa produção se a mudança é acompanhada ou não pelo tratamento anti-helmíntico.

8.2. *Pastoreio alternado*

Os ovinos ou bovinos susceptíveis são levados às pastagens usadas previamente por bovinos ou ovinos, respectivamente ou por animais adultos da mesma espécie. As contagens de ovos dos parasitos são geralmente baixas nos animais mais velhos, e conseqüentemente, haverá menor contaminação do pasto (WALLER, 1993b). Portanto, eles podem ser alternados com os mais jovens. THAMSBORG et al., (1999) relatou que em dois experimentos orgânicos alternando ovinos e bovinos na Nova Zelândia verificou-se que um controle parasitário aceitável pode ser estabelecido em ovinos e em menor extensão em bovinos pela alternância de pastejo, restringindo o tratamento aos doentes. É evidente que esta estratégia sem anti-helmíntico, ou limitado uso resulta em um controle eficaz e um bom ganho de peso nos ovinos (DONALD et al., 1987; NIEZEN et al., 1996; THAMSBORG et al., 1999). Além disso, a maioria dos nematóides dos ovinos e caprinos não afeta os bovinos e raramente ocorre em eqüinos, com exceção de *Trichostrongylus axei* que pode parasitar as três espécies (VIEIRA et al., 1997). Portanto, a estratégia do manejo de pastagens leva em conta a especificidade dos parasitos, por meio da qual as espécies que são patogênicas de um hospedeiro não infectam o hospedeiro alternado, ou são menos patogênicas e prolíferas (WALLER, 1999). O pastoreio alternado entre ovinos e bovinos é a prática de manejo mais comum e geralmente de maior sucesso porque, do ponto de vista prático, a transmissão de parasitos híbridos é de menor consequência (MORLEY & DONALD, 1980; WALLER, 1993b). Diante destes conhecimentos, é provável que as larvas provenientes de uma espécie animal sejam destruídas no trato digestivo da outra espécie, promovendo assim a descontaminação da pastagem (VIEIRA et al., 1997).

JUSTIFICATIVA

No nordeste brasileiro, o controle estratégico tem sido recomendado como a principal forma de controle do parasitismo por nematóides gastrintestinais. Este método baseia-se principalmente na redução das formas de vida-livre na pastagem. O controle estratégico é válido, apesar de dispendioso, quando os anti-helmínticos apresentam eficácia acima de 95%. Caso os anti-helmínticos utilizados não sejam altamente eficazes, o controle estratégico contribuirá rapidamente para a seleção de uma população resistente, pois a progênie dos nematóides que sobreviverem ao tratamento, isto é, os resistentes, representarão a maior parte da população na pastagem, uma vez que no período seco poucos ou nenhum estágio de vida-livre consegue sobreviver na pastagem. O método FAMACHA[®] apresenta-se como alternativa de controle, pois apenas os animais mais afetados pelo parasitismo serão tratados, logo, a pressão de seleção será reduzida, e sempre haverá na pastagem populações de parasitos sensíveis aos anti-helmínticos, apresentando ainda uma diminuição dos custos com medicamento. Através da comparação dos dois métodos de controle de nematóides gastrintestinais, poder-se-á levar aos produtores uma resposta a este problema. Esta proposta de trabalho está em consonância com os anseios do Governo do Estado do Ceará de desenvolver tecnologia para aumentar a produtividade dos rebanhos de ovinos e caprinos.

OBJETIVO GERAL

Avaliar dois métodos de controle de nematóides gastrintestinais de ovinos e caprinos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a eficiência dos métodos estratégico e FAMACHA[®] no controle da hemonchose de ovinos e caprinos.
- Fazer um estudo de custo dos tratamentos estratégico e FAMACHA[®].
- Avaliar o desenvolvimento de resistência ao anti-helmíntico utilizado.

METODOLOGIA

Duas fazendas integrantes do Projeto São José, programa que tem como objetivo o combate da pobreza rural no Ceará, foram selecionadas. Em cada fazenda foi utilizado um método de controle de verminose: estratégico ou FAMACHA[®], de acordo com orientação e supervisão da equipe técnica do projeto.

No assentamento Oiticica II, foi empregado o método FAMACHA[®] (F[®]). Esta propriedade está localizada no município de Canindé, possui uma área de 1.564 ha distribuída entre 39 famílias e tem uma criação do tipo semi-extensiva, isto é, o rebanho é solto diariamente em pastos naturais e retorna ao final do dia para o aprisco. Os caprinos e ovinos estão no mesmo pasto, não existe época de acasalamento nem vacinação contra doenças infecciosas, havia assistência veterinária a cada dois meses. Os animais não receberam suplementação alimentar e visavam a produção de carne. O total de animais era inicialmente de 269 sendo 107 ovinos e 162 caprinos todos sem raça definida (SRD), que recebiam anti-helmíntico à base de albendazol em períodos anteriores à realização do experimento.

A segunda fazenda, também é uma área de assentamento, Juá Nova Olinda, está situado no mesmo município, com uma área de 922 ha distribuída entre 15 famílias. Nesta fazenda, utilizou-se o método estratégico (EST) como recomendado pela EMBRAPA (1994); tinha assistência veterinária mensal e também usava fármacos à base de albendazol. O tipo de criação e manejo eram semelhantes à fazenda F[®]. No início do experimento, o total de animais era de 96 ovinos e 66 caprinos todos SRD.

1. Procedimentos comuns às duas fazendas

1.1. Seleção do anti-helmíntico

No início (julho/2003) e ao final (junho/2004) do experimento, foi realizado o teste para determinação da eficácia ao oxfendazol, ivermectina e levamisol pelo teste de redução da contagem de ovos nas fezes (TRCOF) segundo COLES et al. (1992) empregando-se o programa RESO (1989). A dose administrada foi aquela recomendada pelos fabricantes, com exceção do oxfendazol cuja dose seguiu as indicações internacionalmente aceitas (LANUSSE, 1996) e os animais foram tratados de acordo com os seus respectivos pesos.

1.2. Animais e exames laboratoriais

- Todos os animais foram marcados por brinco e pesados no início e fim do experimento.
- A cada visita foram selecionados, aleatoriamente, cerca de 10% dos animais dos rebanhos ovino e caprino, para realização de exames de fezes pela técnica McMaster (UENO & GONÇALVES, 1998) e larvacultura de acordo com ROBERTS & O'SULIVAN (1950). Cem larvas obtidas nas coproculturas foram identificadas genericamente para estimar a composição da carga parasitária.
- Foram anotadas todas as mortes, compra e venda de animais. Os animais que entraram nos rebanhos após o início do experimento foram vermifugados

2. Controle Estratégico (fazenda EST)

Todos os animais do rebanho foram tratados com levamisol no 1º mês seco (julho), 60 dias após a primeira vermifugação (setembro), penúltimo mês da época seca (novembro) e meados da estação chuvosa (março).

3. Método FAMACHA[®] (fazenda F[®])

- Foi realizado o exame da coloração da mucosa ocular de todos os animais do rebanho ovino e caprino de acordo com o cartão FAMACHA[®]. E simultaneamente procedeu-se a coleta de sangue, para determinação do microhematócrito, dos primeiros 10 animais de cada categoria de acordo com a classificação estabelecida pelo examinador.
- A frequência de visitas à fazenda foi realizada em intervalos quinzenais durante a estação chuvosa e em intervalos mensais no período de seca.
- O cartão FAMACHA[®] está constituído por uma série de 5 figuras idênticas do desenho do olho de um ovino. A conjuntiva apresenta variações de coloração de vermelho a rosa pálido (BATH et al., 2001). De acordo com o exame da conjuntiva os animais foram classificados em uma das 5 categorias (Anexo I). Apenas os animais classificados nas categorias 4 e 5 foram tratados com anti-helmíntico.

4. Avaliação do método FAMACHA[®] como diagnóstico da anemia por *H. contortus*

Através da comparação dos valores obtidos pelo hematócrito e as categorias do FAMACHA[®] durante o experimento foi realizada uma tabela de contingência 2x2 a fim de

determinar a sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivo e negativo (GERSTMAN & CAPPUCCI, 1986) do diagnóstico da hemonchose pelo FAMACHA[®]. A decisão correta foi determinada de acordo com PEREIRA (2002), onde N representa a população em estudo. Estes valores foram obtidos através das seguintes fórmulas:

Sensibilidade = [verdadeiros positivos/(verdadeiros positivos+falsos negativos)] x 100

Especificidade = [verdadeiros negativos/(verdadeiros negativos+falsos positivos)] x 100

Valor Preditivo negativo (VPN) = verdadeiros negativos/(verdadeiros negativos+falsos negativos)] x 100

Valor Preditivo Positivo (VPP) = [verdadeiros positivos/(verdadeiros positivos+falsos positivos)] x 100

Decisão correta (DC) = (verdadeiros positivos+verdadeiros negativos)/N x 100

5. *Estudo de custo*

A análise do custo foi realizada pela modificação do método proposto por MAINGI et al. (2002). Tomando-se por base a dosagem média de anti-helmíntico utilizada por tratamento em cada fazenda, o custo do produto e da mão-de-obra para sua realização. O custo total para ambos os esquemas de controle foi calculado pela adição do valor da droga usada em cada método de controle ao custo da mão-de-obra empregada em homens por hora. O custo/animal foi obtido dividindo-se o custo total de cada propriedade pelo número de observações em cada tratamento.

6. *Análise estatística*

Os dados dos ovinos e caprinos foram analisados separadamente. Os resultados obtidos através do exame coprológico (opg) foram inicialmente transformados pela fórmula: $\log(\text{opg}+1)$. A relação entre hematócrito, opg e escore FAMACHA[®] foi realizada pelo coeficiente de correlação de Spearman. Os dados obtidos de opg para o TRCOF foram analisados pelo programa estatístico RESO (1989). Os pesos foram comparados pelo test t Student ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas com o software GraphPad Prism (Versão 3.0, 1999).

RESULTADOS

1. *Procedimentos comuns às duas fazendas*

Seleção do anti-helmíntico

De acordo com o TRCOF, o anti-helmíntico selecionado na Fazenda EST foi o levamisol tanto para os ovinos quanto para os caprinos (Tabela 1). Na Fazenda F[©], os anti-helmínticos escolhidos foram ivermectina e levamisol para caprinos e ovinos respectivamente. Após um ano de uso, o levamisol apresentou eficácia baixa para ovinos e caprinos na fazenda EST. Além do levamisol, também tiveram eficácia reduzida a ivermectina e o oxfendazol. Ao contrário do observado na fazenda EST, na fazenda F[©] todos os anti-helmínticos avaliados após um ano de uso apresentaram boa eficácia, com exceção do oxfendazol nos caprinos que apresentou leve resistência.

2. *Animais e opg (Fazenda F[©])*

O número de óbitos nos caprinos foi de seis fêmeas adultas, sendo duas nos meses de outubro a novembro de 2003 e quatro de janeiro a abril de 2004. Nos ovinos, o total de mortes no período foi de 18 animais entre jovens e adultos, de julho de 2003 a janeiro de 2004.

Com relação ao peso, não houve diferença estatística no peso vivo comparando-se o peso médio do início do experimento em relação ao peso médio final (Tabela 2).

O percentual de animais nas categorias FAMACHA 4 e 5, ou seja, tratados, pode ser observado na Tabela 3.

A média de opg foi relativamente baixa nos meses de seca, sendo que a maior contagem ocorreu no mês de outubro de 2003, para os ovinos e caprinos. Uma média superior foi observada na estação chuvosa de acordo com a elevação da precipitação pluviométrica (Figura 1).

Na coprocultura realizada no início do experimento, os gêneros mais prevalentes entre os caprinos foram *Haemonchus* spp (72%), *Trichostrongylus* spp (21%) e *Cooperia* spp (7%). Entre os ovinos os gêneros mais freqüentes foram *Haemonchus* spp (78%), *Oesophagostomum* spp (10%) *Trichostrongylus* spp (9%) e *Cooperia* spp (3%). No final do experimento, os gêneros encontrados em maior freqüência nos caprinos foram *Trichostrongylus* spp (52%), *Haemonchus* spp (28%), *Cooperia* spp (14%), *Strongyloides* (3%) e *Oesophagostomum* spp (3%). Nos ovinos, houve uma elevação na população de *Trichostrongylus* spp (96%) e redução de *Haemonchus* spp (4%).

Tabela 1. Teste de redução da contagem de ovos nas fezes e intervalo de confiança a 95% no início (2003) e final (2004) do experimento nas fazendas onde aplicou-se os métodos estratégico e FAMACHA[®].

	2003						2004					
	Caprinos			Ovinos			Caprinos			Ovinos		
	IVM	LEV	OFZ	IVM	LEV	OFZ	IVM	LEV	OFZ	IVM	LEV	OFZ
Fazenda EST												
% redução	46	99	0	64	98	0	27	84	0	64	88	71
IC 95%	0-86	90-100	0-63	0-90	91-100	0-(-33)	0-88	14-97	0-(-54)	24-91	69-95	0-92
Resultado	res	sen	res	res	Sem	res	res	res	Res	res	res	res
Fazenda F [®]												
% redução	98	50	0	0	100	0	97	100	97	100	100	100
IC 95%	93-99	0-93	0-59	0-17	100-100	0-4	91-99	100-100	88-99	100-100	100-100	100-100
Resultado	sen	res	res	res	Sem	res	sen	sen	res baixa	sen	sen	sen

IVM: ivermectina; LEV: levamisol; OFZ: oxfendazol; res: resistente; sen: sensível; IC: intervalo de confiança

Tabela 2. Número de animais e peso médio (\pm dp) no início (2003) e final (2004) do experimento nas fazendas EST (método estratégico) e F[©] (método FAMACHA[©]).

	Caprinos		Ovinos	
	2003	2004	2003	2004
EST				
Nº animais	57	39	84	67
Peso total	1727	934	2587	1636
Peso médio	30,3 \pm 7,57 ^a	23,94 \pm 8,9 ^b	30,8 \pm 11,99 ^a	25,17 \pm 11,36 ^b
F[©]				
Nº animais	162	222	107	109
Peso total	2747	4720	2419	2786
Peso médio	21,46 \pm 9,99	21,26 \pm 10,73	22,60 \pm 9,73	25,55 \pm 12,34

a, b letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$)

Tabela 3. Percentagem de animais tratados (categorias 4 e 5 do método FAMACHA[©]) em cada visita à fazenda F[©] durante o período experimental.

Caprinos	Meses do ano										
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
F [©] 4	11,18	15,31	16,77	11,23	9,71	22,44	20,98	18,86	12,32	12,7	5
F [©] 5	0	0	1,86	3	0,85	0,68	1,85	2,51	1,9	0	0
Total	11,8	15,31	17,63	14,23	10,56	23,12	22,83	21,47	13,22	12,7	5
Ovinos											
F [©] 4	5,76	8,57	7,08	6,33	4,11	9,9	9,34	9,75	0,69	3,62	3,27
F [©] 5	0	1,42	1,57	2,71	0,75	0	0,93	0	0	0	0
Total	5,76	9,99	8,65	9,04	4,86	9,9	10,27	9,75	0,69	3,62	3,27

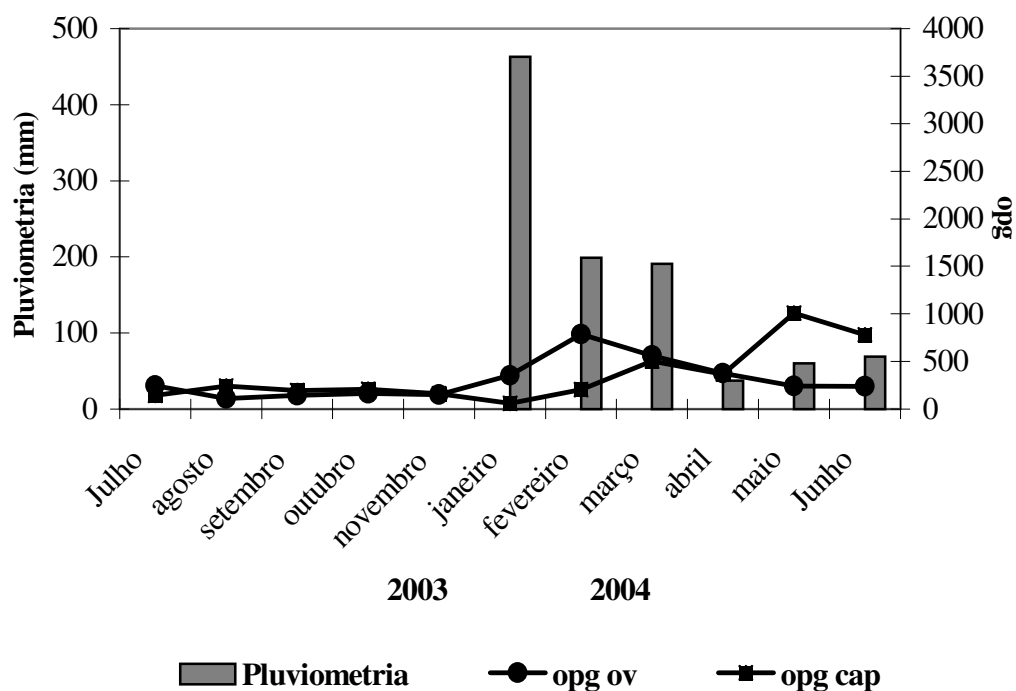


Figura 1. Relação entre pluviosidade e contagem de ovos (opg) nas fezes na fazenda F[©] (Método FAMACHA[©])

3. Animais e opg (Fazenda EST)

Na fazenda EST, foi relatada a morte de 14 caprinos durante o período experimental. Entre os ovinos, o número de óbitos foi de 38 animais. No que se refere ao peso, houve uma redução significativa ($p < 0,05$) no peso médio tanto dos ovinos quanto dos caprinos neste mesmo período (Tabela 2).

A maior média de opg nos ovinos e caprinos na estação seca ocorreu em novembro de 2003 (Figura 2). Na estação chuvosa, a maior média aconteceu em junho de 2004 nos ovinos.

A população de nematóides de caprinos inicialmente estava constituída por *Trichostrongylus* spp (73%), seguida de *Haemonchus* spp (15%), *Strongyloides* spp (6%), *Cooperia* spp (5%) e *Oesophagostomum* spp (1%). Nos ovinos, o gênero *Trichostrongylus* spp (82%) também apareceu em maior intensidade seguido por *Haemonchus* spp (10%), *Cooperia* spp (5%) e *Strongyloides* spp (3%). Ao final do período experimental, nos caprinos obteve-se 66% de *Trichostrongylus* spp, 26% *Strongyloides* spp, 6% de *Haemonchus* spp e 2% de *Cooperia* spp. Entre os ovinos, encontrou-se 44% de *Trichostrongylus* spp, 33% de *Haemonchus* spp, 15% de *Cooperia* spp, 7% de *Strongyloides* spp e 1% de *Oesophagostomum* spp.

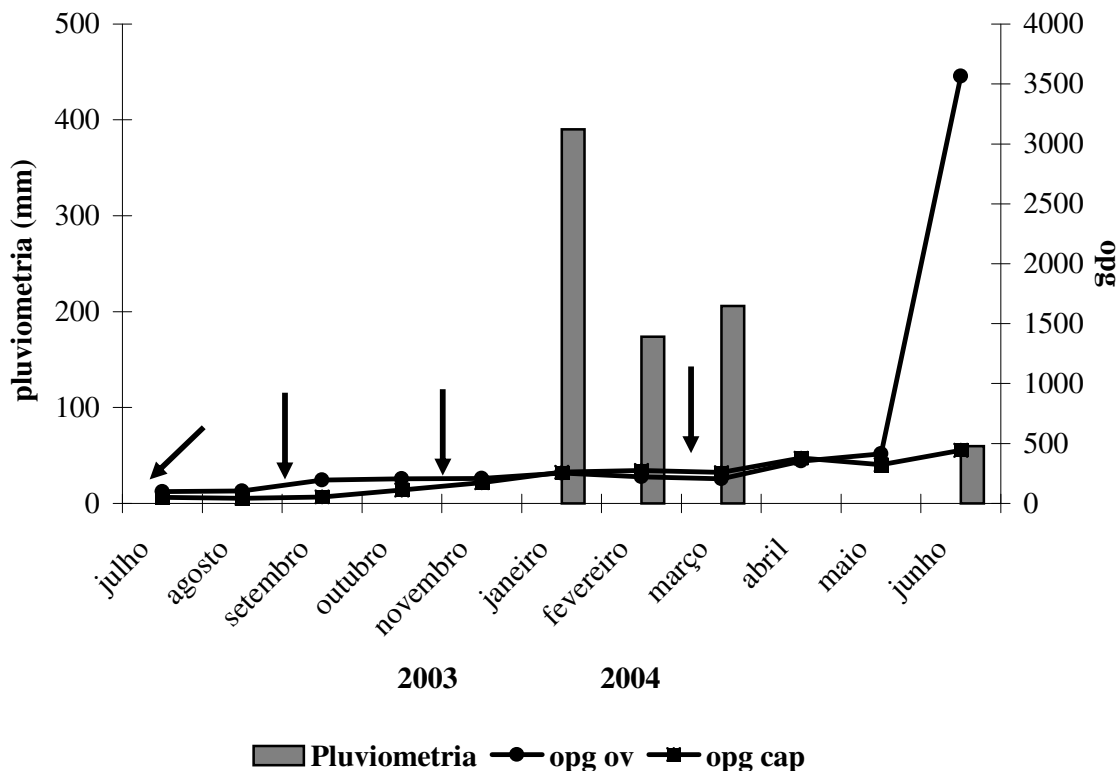


Figura 2. Relação entre pluviosimetria e contagem de ovos nas fezes (opg) na fazenda EST (método estratégico).

As setas indicam a época do tratamento

4. Avaliação do FAMACHA[®] como diagnóstico da anemia por *H. contortus*

Nos ovinos houve correlação negativa entre hematócrito e escore FAMACHA[®] ($r = -0,65$), OPG e hematócrito ($r = -0,36$) e foi observada correlação positiva entre escore FAMACHA[®] e OPG ($r = 0,19$). Nos caprinos, só foi observada correlação significativa entre o escore FAMACHA[®] e hematócrito ($r = -0,68$).

Os valores dos escores FAMACHA[®] foram comparados com o volume globular nos caprinos (Tabelas 4-6) e ovinos (Tabelas 7-10).

A decisão correta tomada nos caprinos foi de 81% e 77,1% quando o limite inferior do hematócrito dos animais considerados saudáveis foi de 19 e 22% respectivamente, além disso, o escore ocular dos animais considerados anêmicos foi de 4 e 5 (Tabelas 4 e 5). Para os ovinos, a decisão correta foi de 89%, 86,6% e 63,51% quando os limites de hematócritos que definiam os animais como anêmicos foram de 19, 22 e 27% respectivamente (Tabelas 7-9), sendo que aqueles animais considerados saudáveis estavam incluídos nas categorias FAMACHA[®] 1, 2 e 3.

Tabela 4. Frequência (percentagem) de falsos negativos e positivos, verdadeiros negativos e positivos considerando os caprinos das categorias FAMACHA[®] 4 e 5 anêmicos e hematócrito (Ht)≤19% positivo para anemia.

Score FAMACHA [®]	Anemia	
	Presente (Ht≤19%)	Ausente (Ht>19%)
Positivo (4 e 5)	109 (66,46%)	55 (33,54%)
Negativo (1, 2 e 3)	36 (11,56%)	281 (88,64%)

DC (390 - 81%) ocorre quando o escore ocular é 4 e 5 e o Ht≤19% ou quando o escore ocular é 1, 2 e 3 e Ht>19%.

Tabela 5. Frequência (percentagem) de falsos negativos e positivos, verdadeiros negativos e positivos considerando os caprinos das categorias FAMACHA[®] 4 e 5 anêmicos e hematócrito (Ht)<22% positivo para anemia.

Score FAMACHA [®]	Anemia	
	Presente (Ht<22%)	Ausente (Ht≥22%)
Positivo (4 e 5)	131 (80%)	33 (20%)
Negativo (1, 2 e 3)	77 (24,3%)	240 (75,7%)

DC (371 - 77,1%) ocorre quando o escore ocular é 4 e 5 e o Ht<22% ou quando o escore ocular é 1, 2 e 3 e Ht≥22%.

Tabela 6. Sensibilidade, especificidade, valores preditivos negativos e positivos do método FAMACHA[®] em caprinos usando diferentes valores de hematócrito e FAMACHA[®] 4 e 5 positivos para anemia.

%	Sensibilidade	Especificidade	VPN	VPP
Ht>19	75	83,6	88,6	66,5
Ht≥22	63	88	75,7	79,87

Tabela 7. Frequência (percentagem) de falsos negativos e positivos, verdadeiros negativos e positivos considerando os ovinos das categorias FAMACHA[®] 4 e 5 anêmicos e hematócrito (Ht) $\leq 19\%$ positivo para anemia.

Score FAMACHA [®]	Anemia	
	Presente (Ht $\leq 19\%$)	Ausente (Ht $> 19\%$)
Positivo (4 e 5)	49 (56,32%)	38 (43,68%)
Negativo (1, 2 e 3)	12 (3,27%)	356 (96,73%)

DC (405 - 89%) ocorre quando o escore ocular é 4 e 5 e o Ht $\leq 19\%$ ou quando o escore ocular é 1, 2 e 3 e Ht $> 19\%$.

Tabela 8. Frequência (percentagem) de falsos negativos e positivos verdadeiros negativos e positivos considerando os ovinos das categorias FAMACHA[®] 4 e 5 anêmicos e hematócrito (Ht) $< 22\%$ positivo para anemia.

Score FAMACHA [®]	Anemia	
	Presente (Ht $< 22\%$)	Ausente (Ht $\geq 22\%$)
Positivo (4 e 5)	59 (67,8%)	28 (32,2%)
Negativo (1, 2 e 3)	33 (9%)	355 (91%)

DC (394 - 86.6%) ocorre quando o escore ocular é 4 e 5 e o Ht $< 22\%$ ou quando o escore ocular é 1, 2 e 3 e Ht $\geq 22\%$.

Tabela 9. Frequência (percentagem) de falsos negativos e positivos, verdadeiros negativos e positivos considerando os ovinos das categorias FAMACHA[®] 4 e 5 anêmicos e hematócrito (Ht) $< 27\%$ positivo para anemia.

Score FAMACHA [®]	Anemia	
	Presente (Ht $< 27\%$)	Ausente (Ht $\geq 27\%$)
Positivo (4 e 5)	84 (96,55%)	3 (3,45%)
Negativo (1, 2 e 3)	163 (44,3%)	205 (55,7%)

DC (289 - 63,51%) ocorre quando o escore ocular é 4 e 5 e o Ht $< 27\%$ ou quando o escore ocular é 1, 2 e 3 e Ht $\geq 27\%$.

Tabela 10. Sensibilidade, especificidade, valores preditivos negativos e positivos do método FAMACHA[®] em ovinos usando diferentes valores de hematócrito e FAMACHA[®] 4 e 5 positivos para anemia.

%	Sensibilidade	Especificidade	VPN	VPP
Ht>19	80,32	90,35	96,73	56,32
Ht≥22	64	92,20	91	67,80
Ht≥27%	34	98,55	55,7	96,55

5. *Estudo dos custos*

A análise de custos foi realizada nas duas fazendas, tanto para o rebanho quanto para cada animal (Tabela 11). Através da comparação dos resultados obtidos nas duas propriedades, verifica-se que o menor custo/animal foi na fazenda F[®].

Tabela 11. Custo do tratamento com anti-helmíntico nas duas fazendas durante o período experimental.

	F [®]		EST	
	Ovinos	Caprinos	Ovinos	Caprinos
Custos (R\$)				
AH /rebanho	7,81	56,76	45,56	27,56
AH/animal	0,01	0,02	0,10	0,10
MO/rebanho	300,00	300,00	125,00	125,00
Rebanho	307,81	356,76	170,56	152,67
Animal	0,19	0,16	0,40	0,58

AH: anti-helmíntico; MO: mão-de-obra; F[®]: método FAMACHA[®]; EST: método estratégico.

DISCUSSÃO

O opg dos animais tratados com o método FAMACHA[®], apresentou comportamento similar ao dos animais do método estratégico no período seco, provavelmente devido a uma baixa disponibilidade de larvas na pastagem nesta época do ano (AROSEMENA et al., 1999; COSTA e VIEIRA, 1984). Porém, no período chuvoso, a média de opg foi superior nos animais da fazenda F[®]. Isto é explicado pelo propósito do método de tratar apenas alguns animais do rebanho (FAMACHA[®] 4 e 5), conseqüentemente sempre haverá no pasto uma grande quantidade de larvas infectantes. A análise do opg na fazenda EST indica a eficácia do método estratégico, capaz de controlar o parasitismo durante todo o ano, com exceção do final do experimento nos ovinos, que apresentaram uma elevação súbita no opg. Isto ocorreu provavelmente, pela maior transmissão de larvas aos animais, que no semi-árido nordestino ocorre da metade da estação chuvosa ao início da estação seca (CHARLES, 1989; CHARLES, 1995; COSTA e VIEIRA, 1984), com a conseqüente elevação da carga parasitária no início da estação seca (AROSEMENA et al., 1999).

O resultado da baixa eficácia dos anti-helmínticos usados no controle estratégico deve-se a uma grande pressão de seleção exercida durante todo ano. Nos caprinos, todos os anti-helmínticos apresentaram uma eficácia menor ou semelhante à encontrada nos ovinos no início e final do experimento. Isto se deve provavelmente a biotransformação mais rápida da ivermectina (SPINOSA et al., 1999) e levamisol (COLES et al., 1989) e uma menor biodisponibilidade dos benzimidazóis, resultante de absorção gastrintestinal ineficiente nestes animais (SPINOSA et al., 1999).

O emprego do método FAMACHA[®] exerceu baixa pressão de seleção sobre a fauna helmíntica dos ovinos e caprinos, logo, a população em refúgio foi maior. Em conseqüência, todos os anti-helmínticos que eram eficazes no início do experimento, continuaram a apresentar elevada redução na contagem de ovos nas fezes. Os outros anti-helmínticos, com eficácia reduzida inicialmente (OFZ e LEV nos caprinos e OFZ e IVM nos ovinos) também obtiveram elevada redução na contagem de ovos ao final do experimento, sendo sugestivo de uma reversão à susceptibilidade. O termo reversão ainda é um assunto muito discutido, é usado para descrever uma diminuição na freqüência de parasitos resistentes numa população mediante a suspensão do uso da droga, que selecionava para a resistência, por um determinado período (ECHEVARRIA, 1996).

Os resultados das coproculturas dos animais da fazenda F[®] indicaram uma maior percentagem de *Haemonchus* spp nos ovinos e caprinos no início do experimento. No entanto, ocorreu uma diminuição nesta população e aumento de *Trichostrongylus* spp no decorrer do trabalho. A maior prevalência inicial de *Haemonchus* spp deve-se ao fato deste gênero predominar em regiões semi-áridas do nordeste brasileiro, podendo chegar a cerca de 80% da carga parasitária

de ovinos e caprinos (AROSEMENA et al., 1999; COSTA & VIEIRA 1984; GIRÃO et al., 1992; CHARLES, 1995). A prevalência reduzida do gênero *Haemonchus* spp no final do experimento, é explicada pela eficiência do método em controlar helmintos hematófagos. A proliferação de *Trichostrongylus* spp ocorreu provavelmente, pela menor competição com outros parasitos, especialmente *Haemonchus* spp. O mesmo foi observado por MALAN et al. (2001) que além de *Trichostrongylus* spp, também verificaram elevação do gênero *Ostertagia*. A maior prevalência do gênero *Trichostrongylus* na coprocultura dos ovinos e caprinos na fazenda EST ocorreu provavelmente, pela recente formação do rebanho com animais de várias origens, onde conseqüentemente, ainda não ocorreu um equilíbrio da população de parasitos, como foi observado na coprocultura final, há uma diminuição de *Trichostrongylus* spp e aumento de outros gêneros. Portanto, como o método FAMACHA[®] é dirigido para o controle da hemonchose, é essencial que se faça coproculturas antes de indicar o método de controle para nematóides gastrintestinais.

O número de óbitos nos animais da fazenda F[®] pode ter ocorrido não só pelo parasitismo, mas também por outras doenças e erro de manejo, principalmente entre os ovinos, pois foram observados vários animais com prolapso retal e histórico de uma dieta rica em grãos. VAN WYK e BATH (2002) relataram que morte devido a língua azul, pasteurolosis e doença do rim polposo foram atribuídas a hemonchose em fazendas onde se aplicou o FAMACHA[®]. Na fazenda EST, a grande perda na produtividade dos animais pode ter ocorrido pelo surgimento de cepas de parasitos resistentes aos fármacos utilizados ou devido a doença infecciosa, pois um grande número de animais morreu subitamente sem sintomas clínicos de verminose.

O percentual de animais incluídos nas categorias 4 e 5 dos caprinos sempre foi superior ao dos ovinos. Isto ocorreu devido a uma maior sensibilidade dos caprinos frente aos nematóides gastrintestinais.

Na avaliação da capacidade do método FAMACHA[®] para identificar corretamente os animais necessitando de tratamento, o limite inferior do hematócrito é de fundamental importância no efeito dos resultados, pois é o ponto que diferencia os animais anêmicos dos saudáveis. No presente trabalho, foram avaliados dois valores de hematócrito para caprinos (Ht≤19% e HT<22%) e três para ovinos (Ht≤19% e Ht<22%; Ht<27%). O valor do Ht≤19% foi utilizado devido a referência relatada em trabalhos anteriores (VATTA et al., 2001; VATTA et al., 2002; KAPLAN et al., 2004), além disso, é o valor mais próximo dos parâmetros normais de referência para caprinos que é de 22-38% (GARCIA-NAVARRO & PACHALY, 1994; KRAMER, 2000). O Ht<22 foi utilizado devido aos dados de referência encontrados na literatura para caprinos (FERREIRA NETO et al., 1986; GARCIA-NAVARRO & PACHALY, 1994) e pelo mesmo motivo foi avaliado o valor de Ht<27% nos ovinos, que é de 27-45% (GARCIA-NAVARRO & PACHALY 1994; KRAMER, 2000; DIAS et al., 2004). Acreditamos que o limite de hematócrito de 19% pode ser utilizado para

ovinos e caprinos, pois estes animais não estão em perigo imediato de morte, a não ser que a pastagem esteja altamente contaminada por *H. contortus* (KAPLAN et al., 2004).

Os resultados obtidos nas correlações entre score, hematócrito e opg, nos ovinos foram altamente significativos, sendo o mesmo observado por KAPLAN et al. (2004). MOLENTO et al. (2004) encontraram correlação entre o score FAMACHA[®] e hematócrito. Estes dados indicam um avanço do estudo do método FAMACHA[®] em ovinos. Nos caprinos, encontrou-se correlação entre hematócrito e score FAMACHA[®], ao contrário de KAPLAN et al. (2004) que encontraram correlação entre volume globular, opg e escore. Além disso, VATTA et al. (2002) encontraram correlação entre hematócrito e opg nos caprinos. Isto indica que devem ser feitas algumas adaptações do método FAMACHA[®] aplicado aos caprinos, pois a metodologia empregada foi a mesma para os ovinos. Segundo VAN WYK & BATH (2002) e MOLENTO et al. (2004) a coloração da conjuntiva de caprinos sadios tem menor intensidade quando comparada a dos ovinos sadios, além disso, o exame clínico deve ser feito respeitando um período de 6 a 8 segundos após a exposição da conjuntiva MOLENTO et al. (2004).

Usando o critério de $Ht \leq 19\%$ (tratando animais de escore 4 e 5) a sensibilidade foi de 75 e 80,32% nos caprinos e ovinos respectivamente. KAPLAN et al. (2004), empregando o mesmo critério, encontraram sensibilidade de 57,6 e 64,1% para caprinos e ovinos, respectivamente. VATTA et al. (2002), tratando caprinos na África do Sul, encontraram sensibilidade de 23% no primeiro ano e 28,4% no segundo ano de aplicação do método. Uma maior sensibilidade é preferida, pois isso significa que um maior número de animais anêmicos são identificados e conseqüentemente tratados corretamente.

O valor preditivo negativo encontrado para caprinos foi ligeiramente inferior àquele encontrado por KAPLAN et al. (2004) que foi de 92,5% e de VATTA et al. (2001) de 91,9% no primeiro ano e 91,6% no segundo ano de aplicação do método. No entanto, o valor preditivo positivo encontrado no presente trabalho foi superior. Nos ovinos, o valor preditivo negativo foi praticamente o mesmo encontrado por KAPLAN et al. (2004). No entanto, o valor preditivo positivo neste trabalho foi superior. Isto significa que a probabilidade de classificar um animal como não anêmico quando o resultado do teste é negativo para a anemia foi um pouco inferior nos caprinos. No entanto, o presente trabalho teve maior probabilidade de acerto em identificar os caprinos anêmicos.

Os dados obtidos de peso, mortalidade são referentes aos animais presos em cada visita, e nem sempre estavam todos presentes, pois os animais, nas duas propriedades, eram criados soltos em pastagens naturais não cercadas. Isto tornou difícil o controle de todos os animais do rebanho.

O custo total para o rebanho caprino do método FAMACHA[®] foi superior àquele encontrado para os ovinos da mesma fazenda e ao de ovinos e caprinos do método estratégico. Isto

pode ser explicado pelo grande número de caprinos nas categorias FAMACHA[®] 4 e 5 e que portanto, precisaram ser tratados durante o período experimental que foram de 316 animais, enquanto os ovinos foram apenas 101. No entanto, nos mesmos animais o custo individual foi menor devido ao maior número de animais neste rebanho em relação a todos os outros. No método estratégico, foram tratados 260 caprinos e 425 ovinos. Outra razão foi a quantidade e o preço do anti-helmíntico utilizado nos caprinos (ivermectina oral – 1 mL/4 kg PV) que possuía maior valor de mercado e tratava um menor número de animais do que aquele empregado nos ovinos na fazenda F[®] e nos ovinos e caprinos da fazenda EST (levamisol oral – 1 mL/10 kg PV). O valor da mão-de-obra foi superior no método FAMACHA[®], pois os animais são manejados com maior intensidade o que facilitou a descoberta de outras doenças como miíases, pediculose, sarnas, linfadenite entre outras.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que o futuro do método FAMACHA[®] ainda é uma incógnita, pois como foi visto, no final de um ano de aplicação o gênero *Trichostrongylus* tornou-se dominante. Contudo, apesar deste método apresentar maior contaminação no ambiente que o estratégico, não houve perda de peso. Esta tecnologia, embora tenha um custo de mão-de-obra mais elevado que no estratégico, pode ser uma alternativa viável principalmente para pequenos produtores, pois ocorre uma grande redução na utilização dos anti-helmínticos no rebanho e conseqüentemente menos gastos, sem que isso interfira no desempenho produtivo dos animais. Uma outra vantagem do método FAMACHA[®] é que ele foi capaz de retardar a resistência anti-helmíntica, além disso, outros fármacos que tinham um baixo desempenho passaram a apresentar uma boa eficácia no final do experimento, podendo inclusive serem usados novamente. O método estratégico, apesar de ter controlado o parasitismo durante a maior parte do experimento, causou uma redução na eficácia do anti-helmíntico utilizado. A aplicação deste método concentra os tratamentos na época seca que é desfavorável para o desenvolvimento e sobrevivência dos estádios de vida-livre na pastagem, logo, neste período, a população em refúgio é muito pequena. Se o anti-helmíntico utilizado não for altamente eficaz rapidamente se desenvolverá população resistente aos fármacos utilizados.

Em regiões com duas estações bem definidas (seca/chuvosa) como o semi-árido brasileiro, novas alternativas de controle de parasitos, que visem reduzir o aparecimento de resistência, sem que haja prejuízos para os rebanhos, devem ser buscadas e testadas.

PERSPECTIVAS

Tendo ocorrido uma modificação da constituição da fauna helmíntica nos rebanhos, torna-se necessário a elaboração de estudos mais prolongados com o intuito de verificar o equilíbrio da população parasitária.

Além disso, é importante estudar outras técnicas para correlacionar a anemia com a carga parasitária dos animais, tais como a dosagem de hemoglobina, a fim de aperfeiçoar o diagnóstico das parasitoses nos animais, especialmente em caprinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, R. M. The role of mathematical models in helminth populations biology. *International Journal for Parasitology*, v. 17, p. 519-529, 1987.

ANDREWS, S. J. The efficacy of levamisole, and a mixture of oxfendazole and levamisole, against the arrested stages of benzimidazole-resistant *Haemonchus contortus* and *Ostertagia circumcincta* in sheep. *Veterinary Parasitology*, v. 88, p. 139-146, 2000.

ANON. Anthelmintic resistance. Standing Committee on Agricultural Technical Report N° 28 CSIRO, 1989.

AROSEMENA, N. A E., BEVILAQUA, C. M. L., MELO, A C. F. L., GIRÃO, M. D. Seasonal variations of gastrointestinal nematodes in sheep and goats from semi-arid area in Brazil. *Revue Médecine Vétérinaire*, v. 150, p. 873-876, 1999.

BARGER, I. A., Le Jambre, L. F., GEORGI, J. R., DAVIES, H. I. Regulation of *Haemonchus contortus* populations in sheep exposed to continuous infection. *International Journal for Parasitology*, v. 15, p. 529-533, 1985.

BARGER, I. A. Control of gastrointestinal nematodes in Australia in the 21st century. *Veterinary Parasitology*, v. 46, p. 23-32, 1993.

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

BARRON, G. L. The nematode destroying fungi. *Canadian Biological Publications*. Canadá, 140p, 1977.

BATH, G.F., HANSEN, J.W., KRECEC, R.C., VAN WYK, J.A., VATTA, A.F. Sustainable approaches for managing haemonchosis in sheep and goats. Final report of FAO Technical Cooperation Project in South Africa No. TCP/SAF/8821(A), 2001.

BIRD, J., SHULAW, W. P., POPE, W. F., BREMER, C. A. Control of anthelmintic resistant endoparasites in a commercial sheep flock through parasite community replacement. *Veterinary Parasitology*, v. 97, p. 219-225, 2001.

BLACKHALL, W. J., POULIOT, J. F., PRICHARD, R, K. *Haemonchus contortus*: selection at a glutamate-gated chlorid channel gene in ivermectin- and moxidectin-selected stain. *Experimental Parasitology*, v. 190, p. 42-48, 1998.

CHARLES, T. P. Seasonal prevalence of gastrointestinal nematodes of goats in Pernambuco State, Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 30, p. 335-343, 1989.

CHARLES, T.P., Disponibilidade de larvas infectantes de nematódeos gastrintestinais parasitas de ovinos deslanados no semi-árido pernambucano. *Ciencia Rural*, v. 25, p. 437-442, 1995.

CHARTIER, C.; PORS, I.; HUBERT, J.; ROCHETEAU, D.; BENOIT, C., BERNARD, N. Prevalence of anthelmintic resistant nematodes in sheep and goats in Western France. *Small Ruminant Research*, v. 29, p. 33-41, 1998.

COLES, G.C., BAUER, C., BORGSTEEDE, F. H. M., GEERTS, S., KLEI, T. R., TAYLOR, M.A., WALLER, P. J. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*, v. 44, p. 35-44, 1992.

COLES, G.C., GIORDANO, D.J., TRITSCHLER, J.P. Efficacy of levamisole against immature and mature nematodes in goats with induced infections. *American Journal Research*, v. 50, p. 1074-1075, 1989.

CONDOR, G., THOMPSON, D. P., JONHSON, S. S. Demonstration of co-resistance of *Haemonchus contortus* to ivermectin and moxidectin. *Veterinary Record*, v. 132, p. 651-652, 1993.

COOP, R. L., SYKES, A. R., ANGUS, K. W. The effect of daily intake of *Ostertagia circumcincta* larvae on body weight, food intake and concentrations of serum constituents in sheep. *Research Veterinary Science*, v. 23, p. 76-83, 1977.

COSTA, C. A. F., VIEIRA, L. S. Controle de nematódeos gastrintestinais de caprinos e ovinos no Estado do Ceará. Comunicado técnico nº 13. EMBRAPA; CNPC, 6pp., 1984.

DIAS, M. I. R., CARNEIRO, M. J. R., AZEVEDO, J. M. T., FERREIRA, A. T., CABRITA, A. M. S. Parâmetros hematológicos, de bioquímica sanguínea geral, eletrólitos plasmáticos e das hormonas relacionadas com a função da tiróide na ovelha da raça Churra Terra Quente. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v. 99, p. 99-107, 2004.

DIMANDER, S. O., HÖGLUND, J., UGGLA, A., SPÖRNDLY, E., WALLER, P. J. Evaluation of gastro-intestinal nematode parasite control strategies for first-season grazing cattle in Sweden. *Veterinary Parasitology*, v. 111, p. 193-209, 2003.

DOBSON, R. J., LeJAMBRE, L., GILL, J. H. Management of anthelmintic resistance: inheritance of resistance and selection with persistent drugs. *International Journal for Parasitology*, v. 26, p. 993-1000, 1996.

DONALD, A. D., MORLEY, F. H. W., AXELSEN, A., WALLER, P. J., DONNELLY, J. R., WALLER, P. J. Integration of grazing management and anthelmintic treatment for the control of nematode infection in young sheep. In: Temperate pastures: the production, use and management. CSIRO, Melbourne, p. 567-569, 1987.

DRUDGE, J. H., SZANTO, J., WYATT, Z. N., et al. Field studies on parasite control in sheep: comparison of thiabendazole, ruelene, and phenothiazine. *American Journal Veterinary Research*, v. 25, p. 1512-1518, 1964.

EADY, S. J., WOOLASTON, R. R., BARGER, I. A. Comparasion of genetics and nongenetics strategies for control of gastrointestinal nematodes of sheep. *Livestock Production Science*, v. 81, p. 11-23, 2003.

ECHEVARRIA, F. A. M. Epidemiologia de nematódeos e o controle estratégico em ovinos lanados. In: Controle de nematódes de gastrintestinais em ruminantes. *Terezinha Padilha* (Editora). p. 157-158, 1996.

ECHEVARRIA, F. A. M., TRINDADE, G. N. P. Anthelmintic resistance by *Haemonchus contortus* to ivermectin in Brazil. *Veterinary Record*, v. 124, p. 147-148, 1989.

ECHEVARRIA, F. A. M., BORBA, M. F. S., PINHEIRO, A. C., WALLER, P. J., HANSEN, J. W. The prevalence of anthelmintic reistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 62, p.199-206, 1996.

EMBRAPA Recomendações tecnológicas para a produção de caprinos e ovinos no Estado do Ceará. EMBRAPA/CNPC. Circular técnica nº 9. 58 pp, 1994.

ENTROCASSO, C. M. Epidemiology and control of bovine ostertagiasis in South America. *Veterinary Parasitology*, v. 27, p. 59-65, 1988.

FARIAS, M. T., BORDIN, E. L., FORBES, A. B., NEWCOMB, K. A survey on resistance to anthelmintic in sheep stud farms of southern Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 72, p. 209-214, 1997.

FERREIRA NETO, J. M., CARVALHO, M. M., MARQUES JÚNIOR, A. P., FERREIRA, P. M. Hemograma de caprinos do nascimento até um ano de idade. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 38, p. 645-656, 1986.

GARCIA-NAVARRO, C. E. K., PACHALY, J. R. Manual de Hematologia Vetrerinária. 1^a ed. São Paulo - Livraria Varela. 169 pp, 1994.

GERSTMAN, B. B., CAPPUCCI, D. T. Evaluating the reliability of diagnostic test results. *J. American Veterinary Medical Association*, v. 188, p. 248-251, 1986.

GIRÃO, E. S., MEDEIROS, L. P., GIRÃO, R. N. Ocorrência e distribuição estacional de helmintos gastrintestinais de caprinos no município de Teresina, Piauí. *Ciência Rural*, v. 22, p. 197-202, 1992.

GITHIGIA, S. M., THAMSBORG, S. M., LARSEN, M. Effectiveness of grazing management in controlling gastrointestinal nematodes in weaner lambs on pasture in Denmark. *Veterinary Parasitology*, v. 99, p. 15-27, 2001.

GRAPHPAD PRISM, 1999, version 3.0, GraphPad Software Inc., San Diego CA, www.graphpad.com, 1999.

GRONVOLD, J. Biological control of nematode parasites in cattle with nematode-trapping fungi: a survey of Danish studies. *Veterinary Parasitology*, v. 48, p. 311-325, 1993.

HERD, R. Endectocidal drugs: Ecological risks and counter-measures. *International Journal for Parasitology*, v. 25, p. 875-885, 1995.

HOSTE, H., Le FRILEUX, Y., GOUDEAU, C., CHARTIER, C., PORS, I., BROQUA, C., BERGEAUD, J. P. Distribution and repeatability of nematode faecal egg counts in dairy goats: a farm survey and implications for worm control. *Research in Veterinary Science*, v. 72, p. 211-215, 2002a.

HOSTE, H., Le FRILEUX, Y., POMMARET, A. Comparison of selective and systematic treatments to control nematode infection of the digestive tract in dairy goats. *Veterinary Parasitology*, v. 106, p. 345-355, 2002b.

HOSTE, H., CHARTIER, C., Le FRILEUX, Y., GOUDEAU, C., BROQUA, C., PORS, I., BERGEAUD, J. P., DORCHIES, Ph. Targed application of anthelmintics to control trichostrongylosis in dairy goats: result from a 2-year survey in farms. *Veterinary Parasitology*, v. 110, p. 101-108, 2002c.

KAPLAN, R. M., BURKE, J. M., TERRILL, T. H., MILLER, J. E, GETZ, W. R., MOBINI, S., VALENCIA, E., WILLIAMS, M. J., WILLIAMSON, L. H., LARSEN, M., VATTA, A. F. Validation of the FAMACHA[®] eye color chart for detecting clinical anemia in sheep and goats on farms in the southern Units States. *Veterinary Parasitology*, v. 123, p. 105-120, 2004.

KRAMER, J.W. Schalm's Veterinary Hematology, fifth ed. Lippincot Wiliams and Wilkins, Philadelphia, p. 10, 2000.

KRECEK, R. C., GUTHRIE, A. J., VAN NIEUWENHUIZEN, L. C., BOOTH, L. M. A comparasion between the effects on convencional and selective antiparasitic treatments on nematodes parasites of horses from two management schems. *Journal of South African Veterinary Association*, v. 65, p. 97-100, 1994.

LANUSSE, C. E. Farmacologia dos compostos anti-helmínticos. In: In: Controle de nematódes de gastrintestinais em ruminantes. *Terezinha Padilha* (Editora). p. 157-158, 1996.

LARSEN, M. Biological control of helminths. *International Journal for Parasitology*, v. 29, p. 139-146, 1999.

MAINGI, N., MUNYUA, W. K., GICHIGI, M. N. Strategic use of moxidectin or closantel in combination with levamisole in the control of nematodes of sheep in the highlands of central Kenya. *Acta Tropica*, v. 84, p. 93-100, 2002.

MALAN, F. S., VAN WYK, J. A., WESSELS, C. D. Clinical evaluation in sheep: early trials. *Onderstepoort Journal Veterinary Research*, v. 68, p. 165-174, 2001.

MARTIN, P. J., ANDERSON, N., JARRET, R. G., BROWN, T. H., FORD, G. E. Effects of a preventive and suppressive control scheme on the development of thiabendazole-resistance in *Ostertagia* spp. *Australian Veterinary Journal*, v. 58, p. 185-190, 1982.

MARTIN, P. J. Development and control of resistance to anthelmintics. *International Journal for Parasitology*, v. 17, p. 493-501, 1987.

MATIKA, O., NIONY, S., van WYK, ERASMUS, G. J., BAKER, R. L. Resistance of Sabi and Dorper ewes to gastro-intestinal nematode infections in an African semi-arid environment. *Small Ruminant Research*, v. 47, p. 95-102, 2003.

McKENZIE, R. L. The tolerance of indigenous sheep in Zimbabwe to *Haemonchus contortus*. *Zimbabwe Veterinary Journal*, v. 17, p. 20-23, 1987.

MELO, A. C. F. L., BEVILAQUA, C. M. L. resistência anti-helmíntica em nematóides de pequenos ruminantes: uma revisão. *Ciência Animal*, v. 12, p. 35-45, 2002.

MELO, A. C.F.L., REIS, I. F., BEVILAQUA, C. M. L., VIEIRA, L. S., ECHEVARRIA, F. A. M., MELO, L. M. Nematódeos resistentes a anti-helmínticos em rebanhos de ovinos e caprinos do estado do Ceará, Brasil. *Ciência Rural*, v. 33, p. 339-344, 2003.

MOLENTO, M. B. The way forward – What should we prioritise? In: Sustainable worm management: an electronic conference (on-line). April. 2002. (citado 8/11/2004). <http://www.worms.org.za>.

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

MORLEY, F. H. W., DONALD, A. D. Farm management and systems of helminth control. *Veterinary Parasitology*, v. 6, p. 105-134, 1980.

NIEZEN, J. H., CHARLESTON, W. A. G., HODGSON, J., MACKAY, A. D., LEATHWICK, D. M. Controlling internal parasites in grazing ruminants without recourse to anthelmintic: approaches, experiences, experiences and prospect. *International Journal for Parasitology*, v. 26, p. 983-992, 1996.

PADILHA, T., GIVES, P. M. Controle microbiano das formas de vida livre dos nematódeos trichostrngilídeos: uma alternativa para higienização das pastagens. In: Controle de nematódes de gastrintestinais em ruminantes. *Terezinha Padilha* (Editora). 215-235, 1996.

PEREIRA, M.G. Epidemiologia Teoria e Prática. 1^a ed. Rio de Janeiro - Guanabara Koogan. 596 pp, 2002.

PINHEIRO, A. C. Verminose ovina. *A Hora Veterinária*, v. 12, p. 5-9, 1983.

RESO. Faecal egg count reduction test (FECRT) Analysis Program Version 2.01. Csiro. 1989.

ROBERTS, I. H., O'SULIVAN, P. J. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastrointestinal tract of cattle. *Australian Journal Agriculture Research*, v. 1, p. 99-102, 1950.

SANGSTER, N. C. Managing parasiticide resistance. *Veterinary Parasitology*, v. 98, p. 89-109, 2001.

SANGSTER, N., BATTERHAM, P., CHAPMAN, H. D., DURAISINGH, M., LE JAMBRE, L., SHIRLEY, M., UPCROFT, J., UPCROFT, P. Resistance to antiparasitic drugs: the role of molecular diagnosis. *Internatinal Journal for Parasitology*, v. 32, p. 637-653, 2002.

SOULBY, E. J. L. Parasitología y enfermedades parasitarias. Mexico: Nueva Editorial Interamericana. 823pp, 1987.

SPINOSA, H.L., GÓRNIK, S.L., BERNADI, M.M., 1999. Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária, 2^a ed. Rio de Janeiro - Guanabara Koogan, 646pp, 1999.

THAMSBORG, S. M., ROEPSTORFF, A., LARSEN, M. Integrated and biological control of parasites in organic and conventional production systems. *Veterinary Parasitology*, v. 84, p. 169-186, 1999.

UENO, H., GONÇALVES, V. C. Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes. Japan International Cooperation Agency. Tóquio, Japão, 1998.

URIARTE, J., VALDERRÁBANO, J. Grazing management strategies for the control of parasitic diseases in intensive sheep production systems. *Veterinary Parasitology*, v. 37, p. 243-255, 1990.

URQUHART, G. M., ARMOUR, J., DUNCAN, J. L., DUNN, A. M., JENNINGS, F. W. Parasitologia Veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara – Koogan, 306pp, 1990.

VALDERRÁBANO, J., DELFA, R., URIARTE, J. Effect of level of feed intake on the development of gastrointestinal parasitism in growing lambs. *Veterinary Parasitology*, v. 104, p. 327-338, 2002.

VAN WYJK, J. A., MALAN, F. S., BATH, G. F. Rampant anthelmintic resistance in sheep in South Africa – what are the options? In: Managing anthelmintic resistance in endoparasites. Van Wyk & Van Schalkwyk editors. Workshop held at the 16th International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology. Sun City, 51-63p, 1997.

VAN WYK, J. A. Refugia – overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, v. 68, p. 55-67, 2001.

VAN WYK, J.A.,BATH, G.F.. The FAMACHA[®] system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically indentifying individual animals for treatment. *Veterinary Research*, v. 33, p. 509-529, 2002.

VAN WYK, J.A.,COLES, G.C, KRECEK, R.C.. Can we slow the development of anthelmintic resistance? An electronic debate. *Trends Parasitology*, v. 18, p. 336-337, 2002.

VATTA, A F., LETTY, B. A., van der LINDE, M. J., van WIJK, E. F., HANSEN, J. W., KRECEK, R. C. Testing for clinical anaemia caused by *Haemonchus* spp. In goats farmed under resource-poor conditions in South Africa using na eye colour chart developed for sheep. *Veterinary Parasitology*, v. 99, p. 1-14, 2001.

VATTA, A F., KRECEK, R. C., LETTY, B. A., VAN DER LINDE, M. J., GRIMBEEK, R.J., VILLIERS, J.F., MOTSWATSWE, P.W., MOLEBIEMANG, G.S., BOSHOFF, H.M., HANSEN, J. W. Incidence of *Haemonchus* spp. and effect on haematocrit and eye colour in goats farmed under resource-poor conditions in South Africa. *Veterinary Parasitology*, v. 103, p. 119-131, 2002.

VIEIRA, L. S., CAVALCANTE, A. C. R. Resistência anti-helmíntica em rebanhos caprinos no Estado do Ceará. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 19, p. 99-103, 1999.

VIEIRA, L. S., CAVALCANTE, A. C. Z.,XIMENES, L. J. F. Epidemiologia e Controle das Principais Parasitoses de Caprinos nas Rgiões simi-Áridas do Nordeste. EMBRAPA/CNPC. 50pp, 1997.

WALLER, P. J. Control strategies to prevent resistance. *Veterinary Parasitology*, v. 46, p. 133-142, 1993a.

WALLER, P. J. Towards sustainable nematode parasite control of livestock. *Veterinary Parasitology*, v. 48, p. 295-309, 1993b.

WALLER, P. J. Workshop summary: sustainable production systems. *Veterinary Parasitology*, v. 54, p. 305-307, 1994.

WALLER, P. J. Controle integrado de nematódeos parasitos de ruminantes. In: Controle de nematódes de gastrintestinais em ruminantes. *Terezinha Padilha* (Editora). 179-195, 1996.

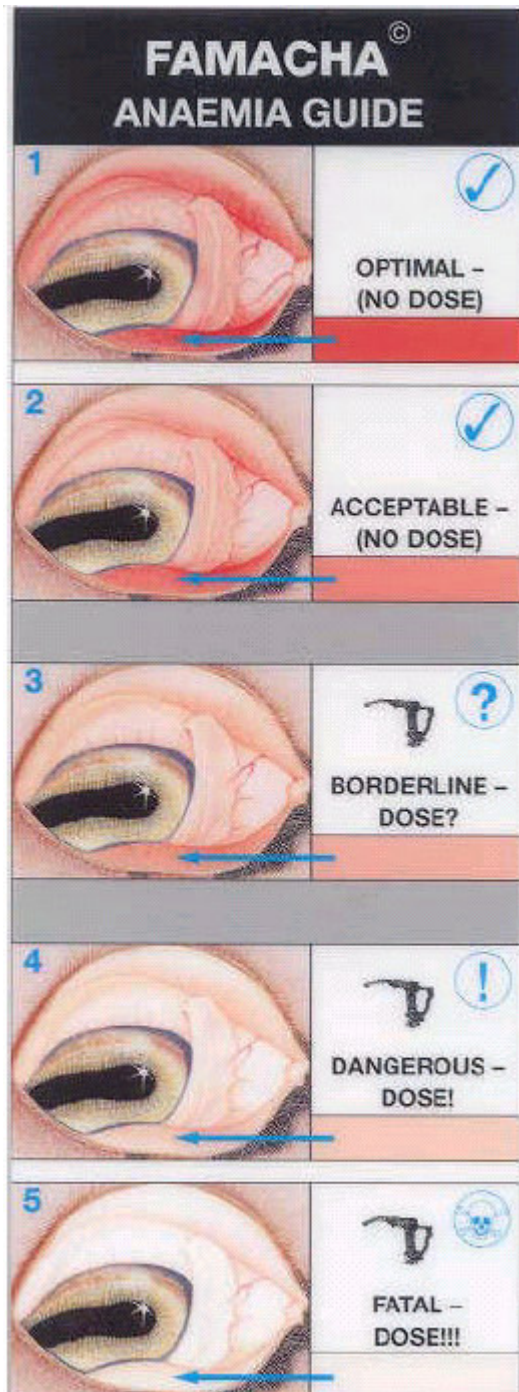
WALLER, P.J. Nematode parasite control of livestock in the tropics/subtropics: the need for novel approaches. *International Journal for Parasitology*, v. 27, p. 1193-1201, 1997.

WALLER, P. J. International approaches to the concept of integrated control of nematodes parasites of livestock. *International Journal for Parasitology*, v. 29, p. 155-164, 1999.

WALLER, P. J., DASH, K. M., BARGER, I. A., LE JAMBRE, L. F., PLANT, J. Anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep: learning from the Australian experience. *Veterinary Record*, v. 136, p. 411-413, 1995.

WILLIAMS, J. C. Anthelmintic treatment strategies: current status and future. *Veterinary Parasitology*, v. 72, p. 461-477, 1997.

WOOLASTON, R. R., BAKER, R. C. Prospects of breeding small ruminants for resistance to internal parasites. *International Journal for Parasitology*, v. 26, p. 845-855, 1996.

ANEXO I. CARTÃO FAMACHA[®]

Categoria 1. Ótimo (Não tratar)

Categoria 2. Aceitável (Não tratar)

ANEXO II

ARTIGO I

Categoria 3. Limite (Tratar?)

Categoria 4. Perigoso (Tratar)

**GASTROINTESTINAL NEMATODE CONTROL IN SMALL RUMINANT
: STRATEGIC VERSUS FAMACHA METHODS**

Categoria 5. Fatal (Tratar)

GASTROINTESTINAL NEMATODE CONTROL IN SMALL RUMINANT :
STRATEGIC VERSUS FAMACHA METHODS
**GASTROINTESTINAL NEMATODE CONTROL IN SMALL
RUMINANT : STRATEGIC VERSUS FAMACHA METHODS**

Iarle Feitosa Reis, Claudia Maria Leal Bevilaqua*, Fernanda Cristina M Rondon

Laboratório de Doenças Parasitárias da Pós-graduação em Ciências
Veterinárias/Universidade Estadual do Ceará

*Corresponding author:

Dr. Claudia M. L. Bevilaqua

Universidade Estadual do Ceará/Laboratório de Doenças Parasitárias/Pós-graduação em
Ciências Veterinárias

Av. Paranjana, 1700

60740-000 Fortaleza, Ceará

Brasil

Tel. 55.85.32992753

Fax: 55.85.2992740

e-mail:claudiam@fortalnet.com.br

Abstract

Before anthelmintic resistance advent, the strategic method based on epidemiological knowledge of gastrointestinal nematode infections was recommended. Nowadays new control philosophies, as the selective one, like FAMACHA[©], are requested. The objectives of this work were: to compare the efficiency of the strategic treatment (EST) with FAMACHA[©] treatment (F[©]) to accomplish a study of benefit/cost for both control methods and to evaluate the development of anthelmintic resistance after one year utilization. Two farms were selected: farm (EST) had strategic control applied, with 4 annual drenchings; the farm (F[©]) had the application of the FAMACHA[©] method, where the ocular mucous membrane of all animals was examined and a collection of blood was taken for haematocrit determination of 10 animals of each FAMACHA[©] category. Through the comparison between the haematocrit and FAMACHA[©] categories, sensitivity, specificity, positive and negative predictive values were determined. The cost was calculated through the sum of the value of the anthelmintic used and labor for its application; it was taken into account the price of market of the animals in the beginning and at the end of the experiment. In F[©], goats were treated with ivermectin and sheep with levamisole; the genus *Haemonchus* prevailed initially but at the end of the experiment *Trichostrongylus* spp was the dominant species; weight loss was not observed and all tested drugs had high efficacy at the end of the experiment. The correlation among haematocrit, FAMACHA[©] categories and epg were statistically significant ($p < 0,05$) in sheep. In goats there was correlation among haematocrit and FAMACHA[©] categories. The sensitivity, specificity and positive predictive values were inferior in goats, while the negative predictive value was superior. F[©] presented smaller benefit/cost than EST. In this latter farm, the anthelmintic chosen was levamisole for sheep and goats; *Trichostrongylus* spp was the predominant genus from the beginning of the experiment, there was a reduction in the mean weight of animals during

experimental period and drugs efficacy was reduced after one year utilization. The method FAMACHA[®], unlike the strategic, was capable of controlling the anthelmintic resistance, with less expenses and without interfering with the production of the animals.

Introduction

Sheep and goats breeding stands out among the activities developed in semi-arid northeast Brazil by its resistance to adverse conditions and the profit provided to their investors. The exploration of small ruminant in this area is destined basically to meat production and leather to footwear industry. In Brazilian northeast gastrointestinal nematode parasitism is one of the most important problems in small ruminant production and *Haemonchus contortus* represents more than 80% of the worm load (Arosemena et al., 1999; Costa & Vieira; 1984; Padilha et al., 1989). *H. contortus* larvae and adults are blood sucking and cause anaemia (URQUHART et al.1990).

With the emerging anthelmintic resistance in northeast region (Melo et al. 2003; Vieira & Cavalcante, 1999) south Brazil (Farias et al., 1997; Echevarria et al., 1996) and in the world (Drudge et al., 1964; Waller, 1994; Chartier et al., 1998; Sangster et al., 2002) new philosophies have been developed to better use the existing drugs, because the resistance threatens the current control programs and the viability of some systems of sheep and goat production (Waller, 1994; Barnes et al., 1995). One of the recommendations to avoid resistance to the drugs and optimize its use is to treat the smallest number of animals with less frequency.

In the Brazilian semi-arid the gastrointestinal nematodes parasitism control has been accomplished through the strategic treatment, the whole herd is treated three times in the dry period and one time in the rainy season (EMBRAPA, 1994). This control is applied during the unfavorable season for the development and survival of nematodes free-living stages in the environment.

The FAMACHA[®] system was developed for sheep and goats and is based on clinical signs of anaemia and just the animals considered anaemic are treated (Van Wyk et

al. 1997; Vatta et al., 2001). In this control system, it is supposed that the nematode *H. contortus* is the main anaemia cause.

The objectives of this work were to compare the efficiency of the strategic methods and FAMACHA in the control of the sheep and goat gastrointestinal nematode parasitism, to do the benefit/cost study and to evaluate the resistance development to the anthelmintic used.

Materials and methods

Two farms of the “Projeto São José” were selected, a program that fights against rural poverty in the State of Ceará, Brazil. Each farm used a method of worm control: strategic or FAMACHA[®], according to the supervision of the technical team of the project.

In the area of communal farm Oiticica II, the FAMACHA[®] system was used (F[®]). This farm is located in the municipality of Canindé, it possesses an area of 1,564 ha distributed among 39 families. Sheep and goats flocks were released daily at natural pastures returning at the end of the day for the fold. Sheep and goats shared the same pasture, there were not mating time nor vaccination against infectious diseases, there was veterinary attendance every 2 months. The owners sought the meat production and the animals did not receive alimentary supplement. Initially the flock was composed by 107 sheep and 162 goats without defined breed (SRD). Albendazole was the anthelmintic used in previous periods. The farm New Juá Olinda, is placed in the same municipality with an area of 922 ha distributed among 15 families. In this farm, the strategic method was used (EST) as recommended by EMBRAPA (1994). It had veterinary attendance monthly and they also used albendazole anthelmintic. The management and handling were similar in both farms. At the beginning of the experiment, there were 96 sheep and 66 goats (SRD).

Common procedures for both farms

Anthelmintic selection

The faecal egg count reduction test (FECRT) was accomplished for the determination of oxfendazole, ivermectin and levamisole efficacy according to Coles et al. (1992) using RESO program (1989). The administered dose was that recommended by the manufacturers and the animals were treated according to their respective weight.

Animals

All animals were marked by earring and weighed at the beginning and at the end of the experiment. At each visit about 10% of the animals were selected at random to perform faecal egg count (Ueno & Gonçalves, 1998) and larval culture (Roberts & O'Sullivan, 1950). Mortality, animal purchase and sales were recorded. Animals entering the herd after the beginning of the experiment were treated.

Strategic control (EST)

The animals were drenched in the first dry month (July), 60 days after the first treatment (September), next to the last month of the dry period (November) and in the middle of the rainy season (March).

FAMACHA[®] system (F[®])

The examination of ocular mucous membrane was accomplished and the animals were classified in one of the 5 categories of the FAMACHA[®] card that presents coloration variations of red to pale rose (Bath et al., 2001). The animals classified in the categories 4 and 5 were treated with anthelmintic. Simultaneously the first 10 animals of each FAMACHA[®] category had their blood tested for microhaematocrit determination. The frequency of visits to the farms was every other week during the rainy season and monthly in the drought period.

*Evaluation of FAMACHA[®] system as diagnosis of *H. contortus* anaemia*

Through comparison of the values obtained with haematocrit and the FAMACHA[®] categories during the experiment a contingency table 2x2 was accomplished in order to determine the sensitivity, specificity, positive and negative predictive values (Gerstman & Cappucci, 1986) and correct decision (Pereira, 2002) of the diagnosis of the hemonchosis for FAMACHA[®]. The equations used are presented below:

Sensitivity = [true positive/(true positive + false negative)] x 100

Specificity = [true negative/(true negative + false positive)] x 100

Negative Predictive Value (VPN) = true negative / (true negative + false negative) x 100

Positive Predictive Value (VPP) = true positive / (true positive + false positive) x 100

Correct Decision (DC) = (true positive + true negative/N) x 100, N = the population

Benefit/cost

The benefit/cost analysis was accomplished by the modification of the method proposed by MAINGI et al. (2002). The cost was calculated adding the mean anthelmintic dose used in each farm, the cost of the product and of the labor, i.e., men per hour to accomplish the treatment. The benefit was obtained by the weight average price of alive animals in the market. The profit of each control method was obtained by the subtraction of the cost from benefit during the experimental period.

Statistical analysis

The data of sheep and goats were analyzed separately. The results of egg per gram of faeces (epg) was initially transformed by the formula: $\log(\text{epg}+1)$. The relationship between haematocrit, epg and FAMACHA[®] category was accomplished by Spearman correlation coefficient. The weight were compared by the T test Student ($p < 0.05$). The analysis were performed with the software GraphPad Prism (Version 3.0).

Results

Anthelmintic selection

The anthelmintic selected in EST was levamisole for sheep and goats (Table 1). In F[®], the anthelmintic chosen was levamisol and ivermectin for sheep and goats respectively. After a year of use, levamisole presented low effectiveness for sheep and goats in EST. Besides levamisole, ivermectin and oxfendazole had also reduced efficacy. Different from the observed in EST, in F[®] farm all anthelmintics evaluated after a year of use presented good efficacy, except for oxfendazole in goats that presented a slight resistance.

Animals and epg in F[®] farm

Goats mortality was 6 adult females, 2 in October and November 2003 and 4 in January and April 2004. There were 18 deaths in the sheep flock, between youths and adults, from July 2003 to January 2004.

Regarding to weight, there was no statistical difference in the alive weight comparing the medium weight at the beginning of the experiment to the final mean weight (Table 2).

The epg average was relatively low in drought months and the largest epg was in October 2003 for sheep and goats. A higher average was observed in the rainy season according to rainfall increase (Figure 1).

In the faecal culture accomplished at the beginning of the experiment, the more prevalent genera among goats were *Haemonchus* spp (72%), *Trichostrongylus* spp (21%) and *Cooperia* spp (7%). In sheep the most frequent genera were *Haemonchus* spp (78%), *Oesophagostomum* spp (10%) *Trichostrongylus* spp (9%) and *Cooperia* spp (3%). At the end of the experiment, the genera found in larger frequency in goats were *Trichostrongylus* spp (52%), *Haemonchus* spp (28%), *Cooperia* spp (14%) and *Oesophagostomum* spp (3%). In sheep, there was an increase in *Trichostrongylus* spp (96%) population and a reduction of *Haemonchus* spp (4%).

Animals and epg (EST farm)

In EST farm, mortality was 14 goats. Among sheep, the mortality was of 38 animals. In relation to weight, there was a significant reduction ($p < 0.05$) in the mean weight of sheep and goats.

The largest epg average in sheep and goats in the dry season was in November 2003 (Figure 2). In the rainy period, the largest average was in June 2004.

Nematode population of goats initially was constituted by *Trichostrongylus* spp (73%), followed by *Haemonchus* spp (15%), *Strongyloides* spp (6%), *Cooperia* spp (5%) and *Oesophagostomum* spp (1%). In sheep, the genera *Trichostrongylus* spp (82%) also appeared in larger intensity followed by *Haemonchus* spp (10%), *Cooperia* spp (5%) and *Strongyloides* spp (3%). At the end of the experimental period, in goats the results obtained were 66% of *Trichostrongylus* spp, 26% *Strongyloides* spp, 6% of *Haemonchus* spp and 2% of *Cooperia* spp. In sheep, there were 44% of *Trichostrongylus* spp, 33% of *Haemonchus* spp, 15% of *Cooperia* spp, 7% of *Strongyloides* spp and 1% of *Oesophagostomum* spp.

*Evaluation of FAMACHA[®] as diagnosis of anaemia caused by *H. contortus**

In sheep there was negative a correlation among haematocrit and FAMACHA[®] categories ($r = - 0.65$), epg and haematocrit ($r = - 0.36$) and a positive correlation was observed among FAMACHA[®] score and epg ($r = 0.19$). In goats the only highly significant correlation observed was among the FAMACHA[®] score and haematocrit ($r = - 0.68$).

The values of the FAMACHA[®] score were compared with the cellular volume in goats (Tables 3-5) and sheep (Tables 6-9).

The correct decision in goats was of 81% and 77.1% when the inferior limit of the haematocrit of animals considered healthy was of 19 and 22% respectively, besides, the ocular score of animals considered anaemic was of 4 and 5 (Tables 3-4). For sheep, the correct decision was of 89%, 86.6% and 63.51% when the haematocrit limits that defined animals as anaemic were of 19, 22 and 27% respectively (Tables 6-8), and those animals considered healthy were included in FAMACHA[®] 1, 2 and 3 categories.

Benefit/cost

The benefit/cost analysis was accomplished in the two farms, so much for herd as for each animal (Table 10). Through comparison of the results obtained in the two properties, it was verified that the smallest cost/animal and larger benefit was in F[®] farm.

Discussion

The epg of the animals treated with FAMACHA[®] system presented similar behavior to the animals of strategic method in the dry period, probably due to a low availability of larvae in pasture at this time of the year (Arosemena et al., 1999; Costa & Vieira, 1984). However in the rainy period, the epg average was superior in the animals from F[®] farm. That is explained by the purpose of the method of treating just some animals of the flock (FAMACHA[®] 4 and 5), consequently there will always be a great amount of infective larvae (L3) at the pasture. The analysis of the epg in EST farm indicated the effectiveness of the strategic method, capable to control the parasitism during the whole year, except for

the end of the experiment in sheep that presented a sudden elevation in epg. This probably happened because of the larger transmission level of larvae to the animals, that in the semi-arid northeast happens between half way of the rainy season to the beginning of the dry period (Charles, 1989; Charles, 1995; Costa & Vieira, 1984), consequently there will be an increasing in worm load at the beginning of the dry season (Arosemena et al., 1999).

The result of the low anthelmintic efficacy used in the strategic control is due to a great selection pressure performed all year long. In goats, all anthelmintics presented a smaller efficacy or similar to sheep at the beginning and at the end of the experiment, this is probably due to the faster metabolism of ivermectin (Spinosa et al., 1999) and levamisole (Coles et al., 1989) and a smaller bioavailability of benzimidazoles resulting in an inefficient gastrointestinal absorption (Spinosa et al., 1999).

The use of the method FAMACHA[®] promoted low selection pressure on worms fauna in sheep and goats, so the population in refugia was larger. In consequence, anthelmintic that were effective in the beginning of the experiment, continued to present high reduction in the faecal eggs count. The other anthelmintic, with reduced efficacy initially (OFZ and LEV in goats and OFZ and IVM in sheep), obtained high reduction in eggs count at the end of the experiment, this suggesting a reversion to susceptibility. The term reversion is still a very discussed subject, it is used to describe a decrease in the frequency of resistant parasites in a population by the suspension of the drug used for a certain period (Echevarria, 1996).

The results of faecal culture in F[®] farm indicated a larger percentage of *Haemonchus* spp in sheep and goats at the beginning of the experiment. However, a decrease was observed in this population and an increase of *Trichostrongylus* spp during the experiment. The largest initial prevalence of *Haemonchus* spp has been reported in semi-arid areas of northeast Brazil (Arosemena et al., 1999; Costa and Vieira 1984; Girão, 1992; Charles, 1995) reaching 80% of the worm load in goats and sheep. The reduced prevalence of the genera *Haemonchus* at the end of the experiment is explained by the efficiency of the method in controlling blood sucking worms. The proliferation of *Trichostrongylus* spp probably happened because of the smallest competition with other parasites, especially *Haemonchus* spp. The same was observed by Malan et al. (2001) that also verified an increasing of *Ostertagia* spp. The largest prevalence of *Trichostrongylus*

genera in sheep and goat faecal culture of EST farm probably happened because of the recent formation of the flock with animals from several origins, consequently there was no balance in worm population, as it could be observed at the final larval culture where there was a decrease of *Trichostrongylus* spp and an increase of other genera. Therefore, as FAMACHA[®] system is driven to the control of haemonchosis it is important to do larval culture before indicating FAMACHA[®] as control method for gastrointestinal nematodes.

The mortality in the animals of F[®] farm might have happened not only due to the parasitism, but also for other diseases and incompetent handling, mainly in sheep, several animals were observed with rectal prolapses and history of a rich in grains diet. Van Wyk and Bath (2002) related that deaths due to bluetongue, pasteurellosis and kidney pulpy disease were attributed to the haemonchosis in farms where FAMACHA[®] was applied. In EST farm, the great loss in animal productivity might have happened due to the appearance of drugs resistant strains or to infectious diseases, because a great number of animals died suddenly without clinical symptoms of worm disease.

In the evaluation of FAMACHA[®] capacity system to correctly identify animals needing treatment, the inferior limit of the haematocrit is of fundamental importance for the results, because this is what differentiates the anaemic from the healthy animals. In the present work, two haematocrit values for goats (Ht≤19% and HT <22%) and three for sheep (Ht≤19% and Ht <22%; Ht <27%) were evaluated. The value of Ht≤19% has been used in previous works (Vatta et al., 2001; Vatta et al., 2002; Kaplan et al., 2004), besides it is the closest value of the normal reference parameters for goats that is 22-38% (Garcia-Navarrese & Pachaly, 1994; Kramer, 2000). Ht <22 was used due to the reference data found in the literature for goats (Ferreira Grandson et al., 1986; Garcia-Navarrese & Pachaly, 1994) and for the same reason the value of Ht<27% was evaluated in sheep, that is of 27-45% (Garcia-Navarrese & Pachaly 1994; Kramer, 200; Dias et al., 2004). We believe that the limit of haematocrit of 19% can be used for sheep and goats, because these animals are not in immediate danger of death, unless the pasture is highly contaminated with *H. contortus* (Kaplan et al., 2004).

The results obtained in the correlations among score, haematocrit and epg, in sheep were highly significant, the same was observed by Kaplan et al. (2004). Molento et al. (2004) found negative correlation among the score FAMACHA[®] and haematocrit. These

data indicate a progress in the study of FAMACHA[®] system in sheep. In goat there was a negative correlation among haematocrit and FAMACHA[®] categories unlike Kaplan et al. (2004) that found correlation among cellular volume, epg and score. Vatta et al. (2002) and this work found correlation between haematocrit and epg in goats. This indicates that some adaptations should be made in FAMACHA[®] system applied to goats, because the methodology used was the same for the sheep. According to Van Wyk and Bath (2002) and Molento et al. (2004), conjunctive coloration of healthy goats has smaller intensity when compared to healthy sheep. The clinical examination should be made respecting a period from 6 to 8 seconds after the exposition of the conjunctive.

Using the criteria of $Ht \leq 19\%$ (treating animals of score 4 and 5) the sensitivity was respectively of 75 and 80.32% in sheep and goats. Kaplan et al. (2004), using the same criteria, verified a sensitivity of 57.6 and 64.1% for goats and sheep, respectively. Vatta et al (2002) treating goats in South Africa, found sensitivity of 23% in the first year and 28.4% in the second year of application of the system. A larger sensitivity is preferred, because that means that a larger number of anaemic animals is identified and consequently correctly treated.

The negative predictive value found for goats was slightly inferior to that found by Kaplan et al. (2004) that was of 92.5% and of Vatta et al. (2001) of 91.9% in the first year and 91.6% in the second year of application. However, positive predictive value found in the present work was superior. In sheep the negative predictive value was practically the same found by Kaplan et al. (2004). However, the positive predictive value in this work was superior. This means that the probability of classifying an animal as healthy when the result of the test is negative for the anaemia was a little smaller in goats. However, the present work had larger success probability in identifying anaemic goats.

The benefit/cost analysis could not be accomplished in all parameters, because the animals, in the two properties, were feeding loose in natural pastures with no fence. It was difficult to control all animals in the flock and therefore, birth data was not obtained. Weight and mortality data referred to the animals arrested in the visits, and not always the whole flock was present.

The total cost of FAMACHA[®] system for goats herd was superior to that found for sheep in the same farm and for sheep and goats of the strategic method. This can be

explained by a great number of goats in the FAMACHA[®] 4 and 5 categories that therefore needed to be treated during the experimental period. There were 316 sheep, while goats were only 101. In the strategic method, 260 were goats treated and 425 sheep. Another reason was the amount and high price of the anthelmintic used in goats, that treated a smaller number of animals than the amount used in sheep in farm F[®] and in sheep and goats of EST farm. The labor value was superior in FAMACHA[®] system, because the animals were handled with larger intensity which facilitates the discovery of other diseases as miiiasis, pediculosis, scabies, lymphadenitis among others. In the farm EST, there was no profit with the employment of the strategic method due to high mortality of sheep and goats, besides, the animals mean weight at the end of the experiment was inferior to that found initially.

The results obtained in this work conclude that the future of FAMACHA[®] system is still unknown, because as it was seen, at the end of one year application the genera *Trichostrongylus* became dominant. However, in spite of the fact that this method present a larger contamination in the environment than the strategic, there was no weight loss. This technology, although it has a higher labor cost than the strategic, can be a viable alternative mainly for small producers, because there is a great reduction in the anthelmintic use in the flock and consequently less expenses, without interfering with animal production. Another advantage of FAMACHA[®] system is its ability to delay anthelmintic resistance, making other drugs, with low performance, begin to present a good efficacy at the end of the experiment. The strategic method, in spite of having controlled the parasitism during most of the experiment, did not present a good efficiency in what refers to the weight of the animals. Anthelmintic efficacy reduction has been observed. The application of this method concentrates drenching at the unfavorable season for the development and survival of free-living stages in the pasture, so the population in refugia is very small. If the anthelmintic used is not highly effective a resistant population will quickly grow. In areas with two defined seasons (dry/rainy) as Brazilian semi-arid, new alternatives of gastrointestinal nematode control might be seeked to reduce the resistance, without damages to the flocks.

]

Acknowledgements

The authors would like to thank the Ceará State Government Agency FUNCAP for financial support, grant 337/01 and CNPq for a research scholarship.

Table 1. Faecal egg count reduction test at the beginning (2003) and at the end (2004) of the experiment

	2003						2004					
	Goats			Sheep			Goats			Sheep		
	IVM	LEV	OFZ	IVM	LEV	OFZ	IVM	LEV	OFZ	IVM	LEV	OFZ
Farm EST												
% reduction	46	99	0	64	64	0	27	84	0	64	88	71
IC 95%	0-86	90-100	0-63	0-90	0-90	0-(-33)	0-88	14-97	0-(-54)	24-91	69-95	0-92
Result	Res	sen	res	res	res	res	res	res	res	res	res	res
Farm F [©]												
% reduction	98	50	0	0	100	0	97	100	97	100	100	100
IC 95%	93-99	0-93	0-59	0-17	100-100	0-4	91-99	100-100	88-99	100-100	100-100	100-100
Result	sen	res	res	res	sen	res	sen	sen	low res	sen	sen	sen

IVM = ivermectin; LEV = levamisole; OFZ = oxfendazole; res = anthelmintic resistant; sen = anthelmintic sensible

Table 2. Mean weight (\pm sd) at the beginning (2003) and at the end (2004) of the experiment.

	Goats		Sheep	
	2003	2004	2003	2004
EST				
Total animals	57	39	84	67
Total weight	1,727	934	2,587	1,636
Mean weight	30.3 \pm 7.57 ^a	23.94 \pm 8.9 ^b	30.8 \pm 11.99 ^a	25.17 \pm 11.36 ^b
F[©]				
Total animals	162	222	107	109
Total weight	2,747	4,720	2,419	2,786
Mean weight	21.46 \pm 9.99	21.26 \pm 10.73	22.60 \pm 9.73	25.55 \pm 12.34

a, b different letters in the same line means statistical difference ($p < 0,05$)

Table 3. Frequency (percentage) of false negative and positive, true negative and positive considering goats 4 and 5 anaemic and haematocrit (Ht) \leq 19% positive for anaemia.

Score FAMACHA [©]	Anaemia	
	Present (Ht \leq 19%)	Absent (Ht $>$ 19%)
Positive (4 e 5)	109 (66.46%)	55 (33.54%)
Negative (1, 2 e 3)	36 (11.56%)	281 (88.64%)

Correct decision (390 - 81%) occurs when the ocular score is 4 and 5 and Ht \leq 19% or when the ocular score is 1, 2 and 3 and Ht $>$ 19.

Table 4. Frequency (percentage) of false negative and positive, true negative and positive considering goats 4 and 5 anaemic and haematocrit (Ht)<22% positive for anaemia

Score FAMACHA [®]	Anaemia	
	Present (Ht<22%)	Absent (Ht≥22%)
Positive (4 e 5)	131 (80%)	33 (20%)
Negative (1, 2 e 3)	77 (24.3%)	240 (75.7%)

Correct decision (371 – 77.1%) occurs when the ocular score is 4 and 5 and Ht <22% or when the ocular score is 1, 2 and 3 and Ht ≥22%.

Table 5. Sensitivity, specificity, negative and positive predictive value in goats using different haematocrit values and FAMACHA 4 and 5 positive for anaemia.

	Sensitivity	Specificity	VPN	VPP
Ht>19%	75	83.6	88.6	66.5
Ht≥22%	63	88	75.7	79.87

Table 6. Frequency (percentage) of false negative and positive, true negative and positive considering sheep 4 and 5 anaemic and haematocrit (Ht)<19% positive for anaemia.

Score FAMACHA [®]	Anaemia	
	Present (Ht≤19%)	Absent (Ht>19%)
Positive (4 e 5)	49 (56.32%)	38 (43.68%)
Negative (1, 2 e 3)	12 (3.27%)	356 (96.73%)

Correct Decision (405 – 89) CD (390 - 81%) occurs when the ocular score is 4 and 5 and Ht≤19% or when the ocular score is 1, 2 and 3 and Ht>19.

Table 7. Frequency (percentage) of false negative and positive, true negative and positive considering sheep 4 and 5 anaemic and haematocrit (Ht)<22% positive for anaemia

Score FAMACHA [®]	Anaemia	
	Present (Ht<22%)	Absent (Ht≥22%)
Positive (4 e 5)	59 (67.8%)	28 (32.2%)
Negative (1, 2 e 3)	33 (9%)	355 (91%)

Correct decision (394 – 86.6%) occurs when the ocular score is 4 and 5 and Ht <22% or when the ocular score is 1, 2 and 3 and Ht ≥22%.

Table 8. Frequency (percentage) of false negative and positive, true negative and positive considering sheep 4 and 5 anaemic and haematocrit (Ht)<27% positive for anemia

Score FAMACHA [®]	Anaemia	
	Present (Ht<27%)	Absent (Ht≥27%)
Positive (4 e 5)	84 (96.55%)	3 (3.45%)
Negative (1, 2 e 3)	163 (44.3%)	205 (55.7%)

Correct Decision (289 – 63.51) occurs when the ocular score is 4 and 5 and Ht <27% or when the ocular score is 1, 2 and 3 and Ht ≥27%.

Table 9. Sensitivity, specificity, negative and positive predictive value in goats using different haematocrit values and FAMACHA 4 and 5 positive for anaemia.

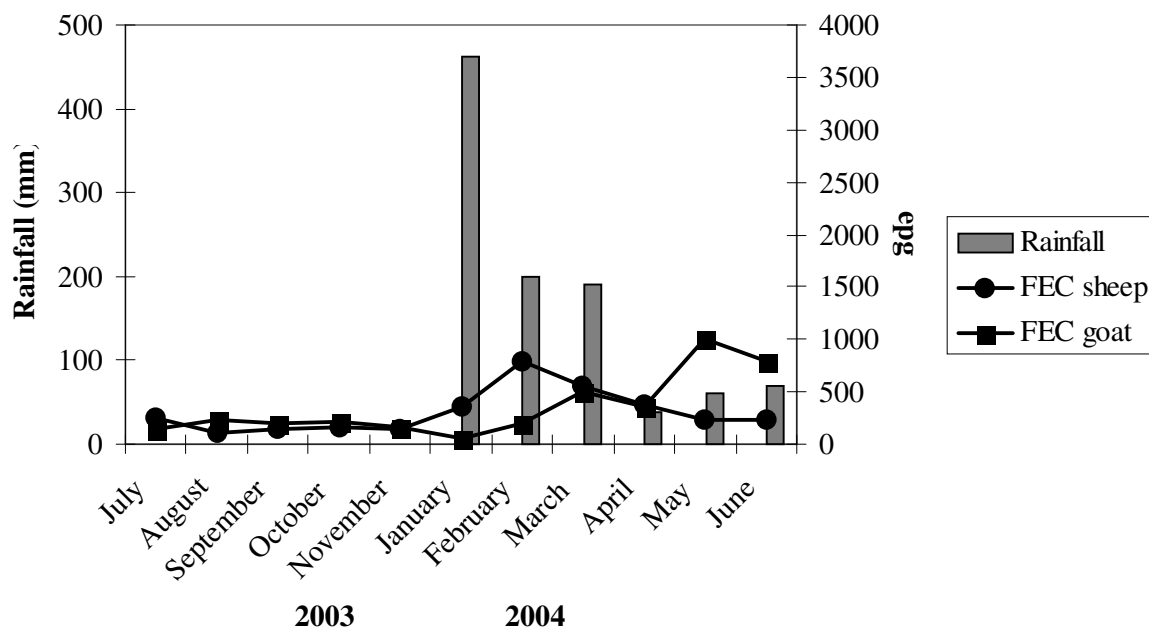
	Sensitivity	Specificity	VPN	VPP
Ht>19%	80.32	90.35	96.73	56.32
Ht≥22%	64	92.20	91	67.80
Ht≥27%	34	98.55	55.7	96.55

VPN = negative predictive value; VPP = positive predictive value

Table 10. Benefit/cost relationship in the two farms during the experimental period.

	F [©]		EST	
	Sheep	Goats	Sheep	Goats
Costs (R\$)				
AH/herd	7.81	56.76	56.760	27.56
AH/animal	0.00	0.02	0.020	0.10
MO/herd	300.00	300.00	300.000	125.00
Herd	307,81	356,76	356,760	152,67
Animal	0.19	0.16	0.160	0.58
Benefits (R\$)				
Herd	2,127.00	6,306.00	6,306.000	-937.00
Animal	1.33	2.84	2.840	-3.60
Benefit/Cost (R\$)				
Herd	1,819.19	5,949.24	5,949.240	-1,089.57
Animal	1.14	2.68	2.680	-4.19

R\$ = real, brazilian money; AH: anthelmintic; MO: labor or men per hour; F[©]: FAMACHA[©] method; EST: estrategic method

Fig. 1. Relationship between rainfall and faecal egg count in farm F[©]

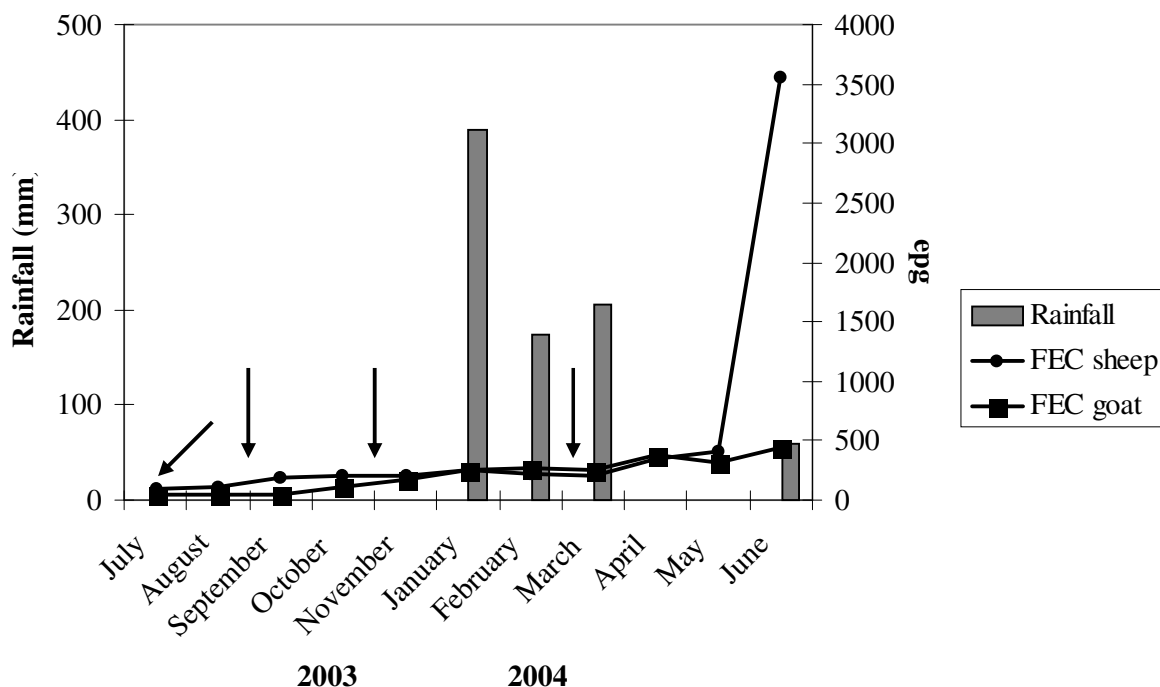


Fig. 2. Relationship between rainfall and faecal egg count in farm EST
The arrows indicate the time of the treatments

References

Arosemena, N. A E., Bevilaqua, C. M. L., Melo, A C. F. L., Girão, M. D., 1999. Seasonal variations of gastrointestinal nematodes in sheep and goats from semi-arid area in Brazil. *Rev. Méd. Vét.* 150, 873-876.

Barnes, E. H., Dobson, R. J., Barger, I. A., 1995. Worm control and anthelmintic resistance: adventures with a model. *Parasitol. Today.* 11, 56-63

Bath, G.F., Hansen, J.W., Krecek, R.C., Van Wyk, J.A., Vatta, A.F. 2001. Sustainable approaches for managing haemonchosis in sheep and goats. Final report of FAO Technical Cooperation Project in South Africa No. TCP/SAF/8821(A).

Charles, T. P. Seasonal prevalence of gastrointestinal nematodes of goats in Pernambuco State, Brazil.,1989. *Vet. Parasitol.* 30, 335-343.

Charles, T.P., 1995. Disponibilidade de larvas infectantes de nematódeos gastrintestinais parasitas de ovinos deslanados no semi-árido pernambucano. *Cien. Rur.* 25, 437-442.

Chartier, C., Pors, I., Hubert, J., Rocheteau, D., Benoit, C., Bernard, N., 1998. Prevalence of anthelmintic resistant nematodes in sheep and goats in Western France. *Small Rum. Res.* 29, 33-41.

Coles, G.C., Giordano, D.J., Tritschler, J.P., 1989. Efficacy of levamisole against immature and mature nematodes in goats with induced infections. *Am. J. Res.* 50, 1074-1075.

Coles, G.C., Bauer, C., Borgsteede, F. H. M., Geerts, S., Klei, T. R., Taylor, M.A., Waller, P. J., 1992. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.* 44, 35-44.

Costa, C. A. F., Vieira, L. S., 1984. Controle de nematódeos gastrintestinais de caprinos e ovinos no Estado do Ceará. Comunicado técnico nº 13. EMBRAPA;CNPQ, 6pp.

Dias, M.I.R., Carneiro, M.J.R., Azevedo, J.M.T., Ferreira, A.T., Cabrita, A.M.S., 2004. Parâmetros hematológicos, de bioquímica sanguínea geral, eletrólitos plasmáticos e das hormonas relacionadas com a função da tiróide na ovelha da raça Churra Terra Quente. *Rev. Port. Cien. Vet.* 99, 99-107.

Drudge, J. H., Szanto, J., Wyatt, Z. N., 1964. Field studies on parasite control in sheep: comparasion of thiabendazole, ruelene, and phenothiazine. *Am. J. Vet. Res.* 25, 1512-1518.

Echevarria, F. A. M., 1996. Epidemiologia de nematódeos e o controle estratégico em ovinos lanados. In: Controle de nematódes de gastrintestinais em ruminantes. Terezinha Padilha (Editora). 157-158.

Echevarria, F. A. M., Borba, M. F. S., Pinheiro, A. C., Waller, P. J., Hansen, J. W., 1996. The

prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Brazil. *Vet. Parasitol.* 62, 199-206.

EMBRAPA, 1994. Recomendações tecnológicas para a produção de caprinos e ovinos no Estado do Ceará. EMBRAPA/CNPC. Circular técnica nº 9. 58 pp.

Farias, M. T., Bordin, E. L., Forbes, A. B., Newcomb, K., 1997. A survey on resistance to anthelmintic in sheep stud farms of southern Brazil. *Vet. Parasitol.* 72, 209-214.

Ferreira Neto, J.M., Carvalho, M.M., Marques Júnior, A.P., Ferreira, P.M. 1986. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.* 38, 645-656.

Garcia-Navarro, C.E.K., Pachaly, J.R., 1994. *Manual de Hematologia Veterinária*. 1ª ed. Livraria Varela – São Paulo, 169 pp.

Gerstman, B.B., Cappucci, D.T. 1986. Evaluating the reliability of diagnostic test results. *J. Am Vet. Med. Assoc.* 188, 248-251.

Girão, E. S., Medeiros, L. P., Girão, R. N., 1992. Ocorrência e distribuição estacional de helmintos gastrintestinais de caprinos no município de Teresina, Piauí. *Ciênc Rur.* 22, 197-202,

GraphPad Prism, 1999, version 3.0, GraphPad Software Inc., San Diego CA, www.graphpad.com.

Kaplan, R.M., Burke, J.M., Terrill, T.H., Miller, J.E, Getz, W.R., Mobini, S., Valencia, E., Williams, M.J., Williamson, L.H., Larsen, M., Vatta, A.F., 2004. Validation of the FAMACHA[®] eye color chart for detecting clinical anemia in sheep and goats on farms in the southern United States. *Vet. Parasitol.* 123, 105-120

Kramer, J.W. 2000. *Schalm's Veterinary Hematology*, fifth ed. Lippincot Williams and Wilkins, Philadelphia, p. 10.

Maingi, N., Munyua, W. K., Gichigi, M. N., 2002. Strategic use of moxidectin or closantel in

combination with levamisole in the control of nematodes of sheep in the highlands of central Kenya. *Acta Tropica*. 84, 93-100.

Melo, A. C.F.L., Reis, I. F., Bevilaqua, C. M. L., Vieira, L. S., Echevarria, F. A. M., Melo, L. M., 2003. Nematódeos resistentes a anti-helmínticos em rebanhos de ovinos e caprinos do estado do Ceará, Brasil. *Ciênc. Rur.* 33:339-344.

Molento, M.B., Tasca, C., Gallo, A., Ferreira, M., Bononi, R., Stecca, E. 2004. Método Famacha como parâmetro clínico individual de infecção por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes. *Cien. Rur.* 34, 1139-1145.

Pereira, M.G. *Epidemiologia Teoria e Prática*. firth Edition. Guanabara Koogan – Rio de Janeiro, 2002. 596 p.

Pinheiro, A. C., 1983. Verminose ovina. *A Hora Veterinária*. 12, 5-9.

RESO, 1989, Faecal egg count reduction test (FECRT) Analysis Program Version 2.01. Csiro. 1989

Roberts, I. H., O'sullivan, P. J., 1950. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastrointestinal tract of cattle. *Aust J. Agric. Res.* 1, 99-102.

Sangster, N., 2002. Resistance to antiparasitic drugs: the role of molecular diagnosis. *Int J. Parasitol.* 32, 637-653,.

Spinosa, H.L., Górnaiak, S.L., Bernadi, M.M., 1999. *Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária*, segunda ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, p. 7.

Ueno, H., Gonçalves, V. C. 1998. *Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes*. Japan International Cooperation Agency. Tóquio, Japão.

Urquhart, G. M., Armour, J., Duncan, J. L., Dunn, A. M., Jennings, F. W., 1990. *Parasitologia Veterinária*.: Guanabara Koogan - Rio de Janeiro, 306p,

Van Wyk, J. A., Malan, F. S., Bath, G. F. Rampant anthelmintic resistance in sheep in South Africa – what are the options? In: Managing anthelmintic resistance in endoparasites. Van Wyk & Van Schalkwyk editors. Workshop held at the 16th International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology. Sun City, 51-63p., 1997.

Van Wyk, J.A., Bath, G.F. 2002. The FAMACHA[®] system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically indentifying individual animals for treatment. *Vet. Res.* 33, 509-529.

Vatta, A F., Letty, B. A., Van Der Linde, M. J., Van Wijk, E. F., Hansen, J. W., Krecek, R. C. 2001. Testing for clinical anaemia caused by *Haemonchus* spp. In goats farmed under resource-poor conditions in South Africa using na eye colour chart developed for sheep. *Vet. Parasitol.* 99,1-14.

Vatta, A F., Krecek, R. C., Letty, B. A., Van Der Linde, M. J., Grimbeek, R.J., Villiers, J.F., Motswatswe, P.W., Molebiemang, G.S., Boshoff, H.M., Hansen, J. W., 2002. Incidence of *Haemonchus* spp. and effect on haematocrit and eye colour in goats farmed under resource-poor conditions in South Africa. *Vet. Parasitol.* 103, 119-131.

Vieira, L. S., Cavalcante, A. C. R., 1999. Resistência anti-helmíntica em rebanhos caprinos no Estado do Ceará. *Pesq. Vet Bras.* 19, 99-103.

Waller, P.J., 1997. Nematode parasite control of livestock in the tropics/subtropics: the need for novel approaches. *Int. J. Parasitol.* 27, 1193-1201.

Waller, P. J., Dash, K. M., Barger, I. A., Le Jambre, L. F., Plant, J., 1995. Anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep: learning from the Australian experience. *Vet. Rec.* 136,411-413.

Waller, P. J., 1994. Workshop summary: sustainable production systems. *Vet. Parasitol.* 54, 305-307,.