

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
CAMPUS DE PATOS – PB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

**Utilização de fungos nematófagos no controle biológico das helmintoses
gastrintestinais de caprinos em ambiente semiárido**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Campina
Grande – UFCG em cumprimento
ao requisito necessário para a
obtenção do título de Mestre em
Medicina Veterinária

VINÍCIUS LONGO RIBEIRO VILELA

PATOS-PB

2012



CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL – CAMPUS DE PATOS-PB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

**Utilização de fungos nematófagos no controle biológico das helmintoses
gastrintestinais de caprinos em ambiente semiárido**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Campina
Grande – UFCG em cumprimento
ao requisito necessário para a
obtenção do título de Mestre em
Medicina Veterinária

VINÍCIUS LONGO RIBEIRO VILELA

Prof^a. Dr^a. Ana Célia Rodrigues Athayde
Orientadora

PATOS-PB
2011

FICHA DE AVALIAÇÃO

NOME: VILELA, Vinícius Longo Ribeiro

Título: Utilização de fungos nematófagos no controle biológico das helmintoses gastrintestinais de caprinos em ambiente semiárido

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Campina
Grande – UFCG em cumprimento
ao requisito necessário para a
obtenção do título de Mestre em
Medicina Veterinária

DATA: __/__/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Ana Célia Rodrigues Athayde
Orientadora

Prof. Dr. Onaldo Guedes Rodrigues
(1º membro)

Prof^a. Dr^a. Márcia Medeiros de Araújo
(2º membro)

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DA UFCG

CSTR - CAMPUS DE PATOS - PB

V699u

2012

Vilela, Vinícius Longo Ribeiro

Utilização de fungos nematófagos no controle biológico das helmintoses gastrintestinais de caprinos em ambiente semiárido. / Vinícius Longo Ribeiro Vilela. - Patos: CSTR/PPGMV, 2012.

56 p. : Il.

Inclui bibliografia.

Orientadora: Ana Célia Rodrigues Athayde.

Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1 – Parasitologia Veterinária. 2 - Helmintos. 3 – Pequenos Ruminantes. Trichostrongilídeos. I – Título.

CDU: 576.8:619

A Deus, por sempre iluminar minha vida.
Aos meus pais, Vilela e Lourinha, por jamais
medirem esforços para a realização dos meus sonhos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por ter me concedido tudo que tenho até hoje e por ter iluminado o meu caminho durante esta jornada;

Aos meus pais João Ribeiro Vilela Neto e Maria de Fátima Longo Vilela, pela educação e por depositarem toda a confiança em mim, acreditando que eu poderia chegar até onde cheguei.

A minha noiva Thais Ferreira Feitosa, por ter me ajudado, aconselhado, apoiado, dado amor e compreensão. Obrigado por ser minha companheira de todas as horas.

Ao meu irmão Gustavo Longo Ribeiro Vilela, minha cunhada Jéssica Faustino, meus amigos, primos e tios, pelo apoio e incentivo na busca dos meus objetivos.

A Professora Ana Célia Rodrigues Athayde. Obrigado não apenas por ter acreditado em mim e por tantas oportunidades oferecidas, mas principalmente por ser uma segunda mãe.

Aos meus grandes amigos e equipe de trabalho Gabriela Longo, Diego Vagner, Samuel Cavalcante, Herbis Eduardo, Elaine Silva, Emanuel Figueiredo e Lídio Ricardo. Agradeço pela ajuda indispensável, sempre de bom humor, apesar do árduo trabalho no Nupeárido. Adquirir a amizade de vocês foi um grande presente.

Aos meus co-orientadores, Prof. Jackson Victor de Araújo e Prof. Fabio Ribeiro Braga, que mesmo com a distância, sempre me ajudaram incansavelmente e proporcionaram a realização do experimento. Obrigado acima de tudo pela amizade.

Aos amigos de turma do mestrado, em especial a Pedro Barbosa, Lisanka Ângelo e Radmácyo Gomes, que me acompanham desde a graduação e proporcionaram muitas risadas e bons momentos, são amigos que levarei por toda a vida.

Aos professores Wilson Wouflan, Onaldo Guedes pela ajuda, confiança e cumplicidade na vida acadêmica. Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Campina Grande, em especial aos professores Franklin Riet-Correa e Rosane Medeiros, pela oportunidade concedida.

Aos funcionários Maria José, Jonas Alves, Damião, Quitéria e Dona Carmem, pela amizade e suporte prestado nesta trajetória.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE FIGURAS	
1. INTRODUÇÃO.....	09
1.1 Referências.....	10
2. CAPÍTULO I.....	11
2.1 Resumo.....	12
2.2 Abstract.....	14
2.3 Introdução.....	15
2.4 Material e Métodos.....	16
2.5 Resultados.....	21
2.6 Discussão.....	28
2.7 Conclusão	30
2.8 Referências	31
3. CAPÍTULO II	37
3.1 Resumo.....	38
3.2 Abstract.....	39
3.3 Introdução.....	40
3.4 Material e Métodos.....	41
3.5 Resultados.....	43
3.6 Discussão.....	49
3.7 Conclusão.....	51
3.8 Referências.....	52
4. CONCLUSÃO.....	56
5. ANEXO.....	57

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

	Pág.
Tabela 1 - Percentual de larvas infectantes de <i>Haemonchus</i> sp. (H), <i>Trichostrongylus</i> sp. (T), <i>Oesophagostomum</i> sp. (O) e <i>Strongyloides</i> sp. (S) em coproculturas de caprinos dos grupos <i>D. flagrans</i> , Moxidectina 0,2% e Controle, entre Março e Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.....	24
Tabela 2 - Contagem total e diferencial de leucócitos de caprinos dos grupos <i>D. flagrans</i> , Moxidectina 0,2% e Controle, entre Março e Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.....	25
Tabela 3 - Número e espécies de helmintos obtidos de caprinos traçadores dos grupos <i>D. flagrans</i> , Moxidectina 0,2% e Controle, entre Março e Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.....	27

CAPÍTULO II

	Pág
Tabela 1 - Percentual de larvas infectantes de <i>Haemonchus</i> sp. (H), <i>Trichostrongylus</i> sp. (T), <i>Oesophagostomum</i> sp. (O) e <i>Strongyloides</i> sp. (S) em coproculturas de caprinos dos grupos <i>M. thaumasium</i> , Moxidectina 0,2% e Controle, entre Março e Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.....	44
Tabela 2 - Contagem total e diferencial de leucócitos de caprinos dos grupos <i>M. thaumasium</i> , Moxidectina 0,2% e Controle, entre Março e Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.....	47
Tabela 3 - Número e espécies de helmintos obtidos de caprinos traçadores dos grupos <i>M. thaumasium</i> , Moxidectina 0,2% e Controle, entre Março e Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.....	48

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

	Pág.
Figura 1 - Pluviosidade mensal (Rainfall mm), humidade relativa (RH%), temperatura máxima, média e mínima (°C) de Março a Agosto de 2011, Patos, Paraíba, Brasil.....	20
Figura 2 – Médias mensais e desvios padrões da contagem de ovos por grama de fezes (OPG) de caprinos dos grupos <i>D. flagrans</i> (0,6 g/ 10 kg de peso vivo, duas vezes por semana), Moxidectina 0,2% e Controle, coletadas de Março a Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.....	22
Figura 3 - Médias mensais e desvios padrões do peso vivo de caprinos dos grupos <i>D. flagrans</i> , Moxidectina 0,2% e Controle, coletadas de Março a Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.....	24
Figura 4 - Percentual de volume globular (VG) de caprinos dos grupos <i>D. flagrans</i> , Moxidectina 0,2% e Controle, coletadas de Março a Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.....	25

CAPÍTULO II

	Pág.
Figura 1 - Médias mensais e desvios padrões da contagem de ovos por grama de fezes (OPG) de caprinos dos grupos <i>M. thaumasium</i> (0,6 g/ 10 kg de peso vivo, duas vezes por semana), Moxidectina 0,2% e Controle, coletadas de Março a Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.....	44
Figura 2 – Médias mensais e desvios padrões do peso vivo de caprinos dos grupos <i>M. thaumasium</i> , Moxidectina 0,2% e Controle, coletadas de Março a Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.	45

Figura 3 - Percentual de volume globular (VG) de caprinos dos grupos *M. thaumasium*, Moxidectina 0,2% e Controle, coletadas de Março a Agosto de 2011, Paraíba, Brasil. Os valores seguidos por letras iguais são estatisticamente similares ($P>0,05$) – teste de Tukey..... 45

INTRODUÇÃO

Apesar de numericamente expressivo, o rebanho caprino da região Nordeste mantém índices produtivos ainda baixos em função de vários fatores, dentre eles as helmintoses gastrintestinais. Estas enfermidades são responsáveis por elevadas perdas econômicas devido a redução no consumo de alimentos, perda de peso, crescimento retardado, baixa fertilidade, queda na produção de leite e, nos casos de infecções maciças, mortalidade acentuada (LIMA, et al., 2010).

Devido ao desenvolvimento da resistência anti-helmíntica, a utilização de agentes biológicos com atuação sobre ovos e larvas de nematóides tricostrongilídeos tem se mostrado uma alternativa para a higienização das pastagens e tem sido intensificada nos últimos anos. Os fungos nematófagos são os microorganismos mais estudados com este objetivo (CAMPOS et al., 2009).

Após passagem pelo trato gastrintestinal, os fungos são eliminados juntos com as fezes no meio ambiente, onde colonizam o bolo fecal, estabelecendo contato com as larvas eclodidas, produzindo armadilhas que as leva a morte, diminuindo assim a quantidade de larvas infectantes na pastagem, impedindo a reinfecção dos animais (SILVA et al., 2009).

Diversos estudos foram realizados comprovando a capacidade predatória dos fungos *Duddingtonia flagrans* e *Monacrosporium thaumasium* sobre helmintos de animais domésticos (LARSEN, 1999; CHANDRAWATHANI et al., 2004; ARAÚJO et al., 2007; BRAGA et al., 2011; SILVA et al., 2011).

Os únicos estudos avaliando o desempenho de fungos nematófagos no semiárido nordestino foram realizados por Araújo et al., (2007), que utilizaram formulações peletizadas de *M. thaumasium* em doses semanais de 2 a 2,5g de micélio em caprinos no município de Sobral-CE.

Esta dissertação é composta por dois capítulos constituídos por artigos científicos originais. O primeiro, enviado à Veterinary Parasitology, descreve pela primeira vez ação do *D. flagrans* no Nordeste brasileiro, e o segundo, enviado à Parasitology Research, descreve a ação do *M. thaumasium*, ambos administrados a caprinos, em dosagens não testadas anteriormente.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. V.; RODRIGUES, M. L. A.; SILVA, W. W.; VIEIRA, L. S. V. Controle biológico de nematóides gastrintestinais de caprinos em clima semi-árido pelo fungo *Monacrosporium thaumasium*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.8, p.1177-1181, 2007.
- BRAGA, F. R.; ARAÚJO, J. V.; ARAUJO, J. M.; TAVELA, A. O.; FERREIRA, S. R.; SOARES, F. E. F.; BENJAMIN, L. A.; FRASSY, L. N. Influence of the preservation period in silica-gel on the predatory activity of the isolates of *Duddingtonia flagrans* on infective larvae of cyathostomins (Nematoda: Cyathostominae). **Experimental Parasitology**, v. 1, p. 95-100, 2011.
- CAMPOS, A. K.; ARAÚJO, J. V.; GUIMARÃES, M. P.; DIAS, A. S. Resistance of different fungal structures of *Duddingtonia flagrans* to the digestive process and predatory ability on larvae of *Haemonchus contortus* and *Strongyloides papillosus* in goat feces. **Parasitology Research**. v. 105, p. 913-919, 2009.
- CHANDRAWATHANI, P.; JAMMAH, O.; ADNAN, M.; WALLER, P. J.; LARSEN, M.; GILLESPIE, A. T.; Field studies on the biological control of nematode parasites of sheep in the tropics, using the microfungus *Duddingtonia flagrans*. **Veterinary Parasitology**, v. 120, p. 177-187, 2004.
- LARSEN, M. Biological control of helminthes. **International Journal for Parasitology**, v. 29, n. 2, p. 139-146, 1999.
- LIMA, W. C.; ATHAYDE, A. C. R.; MEDEIROS, G. R.; LIMA, D. A. S. D.; BORBUREMA, J. B.; SANTOS, E. M.; VILELA, V. L. R.; AZEVEDO, S. S. Nematóides resistentes a alguns anti-helmínticos em rebanhos caprinos no Cariri paraibano. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 30, n. 12, p. 1002-1009, 2010.
- SILVA, A. R.; ARAÚJO, J. V.; BRAGA, F. R.; FRASSY, L. N.; TAVELA, A. O.; CARVALHO, R. O.; CASTEJON, F. V. Biological control of sheep gastrointestinal nematodiasis in a tropical region of southeast of Brazil with the nematode predatory fungi *Duddingtonia flagrans* and *Monacrosporium thaumasium*. **Parasitology Research**, v. 105, p. 1707-1713, 2009.
- SILVA, A. R.; ARAÚJO, J. V.; BRAGA, F. R.; ALVES, C. D. F.; FRASSY, L. N. Activity of fungal conidia of the *Duddingtonia flagrans* and *Monacrosporium thaumasium* on *Haemonchus contortus* infective larvae. **Journal of Helminthology**, v. 85, p. 138-141, 2011.

CAPÍTULO I

Controle biológico das helmintoses gastrintestinais de caprinos por *Duddingtonia flagrans* no semiárido do Nordeste brasileiro

Manuscrito submetido à
Veterinary Parasitology

Controle biológico das helmintoses gastrintestinais de caprinos por *Duddingtonia flagrans* no semiárido do Nordeste brasileiro

Vinícius Longo Ribeiro Vilela^{1*}, Thais Ferreira Feitosa¹, Fabio Ribeiro Braga², Jackson Victor de Araújo², Diego Vagner de Oliveira Souto¹, Herbis Eduardo da Silva Santos¹, Gabriela Lucena Longo da Silva¹, Ana Célia Rodrigues Athayde¹

¹ Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Campina Grande, CEP: 58.108-110, Patos-PB, Brasil

² Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, CEP: 36.570-000, Viçosa-MG, Brasil

* Autor para correspondência. Tel: +55 83 3422 2214; fax: +55 83 3422 2246. E-mail: vilelavlr@yahoo.com.br

Resumo

Objetivou-se testar uma formulação peletizada em matriz de alginato de sódio do fungo *Duddingtonia flagrans* no controle biológico das helmintoses gastrintestinais de caprinos mantidos em pastagem nativa no semiárido do estado da Paraíba, Nordeste brasileiro. Uma área de 2,4 hectares foi dividida em três piquetes com sete caprinos, durante os meses de Março a Agosto de 2011: grupo 1, recebeu 3g de péletes contendo o fungo *D. flagrans* (AC001) para cada 10 kg de peso vivo, duas vezes por semana; grupo 2, os animais receberam 0,2 mg/kg de Moxidectina 0,2%, por via oral, a cada 30 dias, quando o OPG era superior a 1000; grupo 3, receberam 3g de péletes sem fungos para cada 10 kg de peso vivo, duas vezes por semana. Mensalmente, um caprino traçador foi colocado em cada grupo por 30 dias, e após esse período, foram sacrificados

e necropsiados. O grupo que recebeu péletes de *D. flagrans* apresentou maior redução na contagem de ovos por grama de fezes, maior ganho de peso, melhores índices de volume globular e menor carga parasitária nos traçadores quando comparado aos grupos Moxidectina 0,2% e Controle. O fungo *D. flagrans* mostrou-se eficiente no controle das helmintoses gastrintestinais de caprinos mantidos em pastagem nativa do semiárido do Nordeste brasileiro.

Palavras-chave: caprinocultura, fungos nematófagos, OPG, trichostrongilídeos

**Biological control of goat gastrointestinal helminthiasis by *Duddingtonia flagrans*
in a semi-arid region of the northeastern Brazil**

Abstract

The aim of this study was to test a pellet formulation in a sodium alginate matrix of *Duddingtonia flagrans* in the biological control of goat gastrointestinal helminths kept in a native pasture in a semi-arid region of Paraíba state, northeastern Brazil. An area of 2.4 hectares was divided into three paddocks, where groups of seven goats were formed. Each group received the following treatments during the months of March to August 2011: *D. flagrans* group, received 3g of pellets containing *D. flagrans* (AC001) for each 10 kg/ l. w., twice a week; Moxidectin 0.2% group, received 0.2 mg / kg of Moxidectin 0.2% orally, every 30 days; Control group, received 3g of pellets without fungi per 10 kg/ l. w., twice a week. Each month, a tracer goat was placed in each group for 30 days and then sacrificed and necropsied. The *D. flagrans* group showed a greater reduction in EPG, increased weight gain, higher rates of packed cell volume and lower parasitic load burden in the tracer goats compared to Moxidectin 0.2% and Control groups. *D. flagrans* was efficient in controlling goat gastrointestinal helminthiasis in a semi-arid region of northeastern Brazil.

Keywords: EPG, goat farming, nematophagous fungi, Trichostrongyles

Introdução

A caprinocultura é uma atividade relevante para o Nordeste brasileiro, pois apresenta importância socioeconômica principalmente no semiárido, onde a carne caprina é considerada a principal fonte de proteína animal. Apesar de numericamente expressivo, esse rebanho caprino apresenta índices produtivos considerados baixos em função de diversos fatores, dentre eles as helmintoses gastrintestinais ocupam lugar de destaque.

Por outro lado, o uso indiscriminado de anti-helmínticos devido à falta de informações técnicas dos produtores desenvolveu a resistência às diversas moléculas disponíveis no mercado, principalmente Ivermectina, Moxidectina, Levamisole e Albendazole, gerando grandes problemas no controle das parasitoses no semiárido do Brasil (Rodrigues et al., 2007; Lima et al, 2010).

Nesse contexto, a busca por alternativas capazes de controlar as helmintoses gastrintestinais em pequenos ruminantes vem sendo amplamente estimulada. A utilização de fungos nematófagos em formulações a base de alginato de sódio tem sido uma opção promissora para o controle *in vitro* e *in vivo* de parasitas de diversas espécies de animais domésticos, incluindo caprinos, por produzirem armadilhas que capturam e fixam os nematódeos, matando-os por destruição de seus órgãos internos (Mota et al., 2003; Paraud, et al., 2007; Braga et al., 2009; Ferreira et al., 2011; Silva et al., 2011). O fungo peletizado em alginato de sódio pode ser mantido em estoque e é confeccionado com materiais inertes, o que mostra seu potencial de utilização em rebanhos. Os péletes, após administrados por via oral aos animais, são eliminados nas fezes por até 120 horas (Cavalcante et al., 2009). O parasitismo clínico não ocorre quando são administrados fungos nematófagos devido à diminuição de larvas no pasto, reduzindo a reinfecção dos animais, deixando-os aptos a desenvolver imunidade natural contra os nematódeos (Araújo, 1996).

A espécie *Duddingtonia flagrans* é a mais estudada no controle das helmintoses gastrintestinais de animais domésticos, sendo considerada a mais promissora (Larsen, 1998; Faedo et al., 2002). Além disso, tem sido utilizado com sucesso no controle a

campo de helmintos parasitos de animais de produção (Silva et al., 2009; Silva et al., 2010; Tavela et al., 2011).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização da formulação peletizada em matriz de alginato de sódio do *Duddingtonia flagrans* no controle biológico das helmintoses gastrintestinais de caprinos mantidos em pastagem nativa no semiárido do estado da Paraíba, Nordeste brasileiro.

Material e Métodos

Organismos

Um isolado de *Duddingtonia flagrans* (AC001) foi mantido no escuro, a 4 °C, em tubos contendo CMA 2% (corn-meal-agar). O isolado, oriundo de solos da região de Viçosa, Minas Gerais, foi obtido pelo método descrito por Duddington (1955), e modificado por Santos et al. (1991).

O micélio fúngico foi obtido pela transferência de discos de cultura (aproximadamente 5 mm de diâmetro) dos isolados em CMA 2% para frascos Erlenmeyers 250 mL com 150 mL do meio líquido batata-dextrose (Difco), pH 6.5, e incubados sob agitação de 120 x g no escuro a 26 °C, por 10 dias. O micélio foi então removido para peletização utilizando alginato de sódio, como descrito por Walker e Connick (1983) e modificado por Lackey et al. (1993).

Ensaio experimental e animais

O experimento foi realizado na Fazenda Nupeárido, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizada na cidade de Patos, Paraíba, região Nordeste do Brasil, latitude 7°1'28" S, longitude 37°16'48" W, de Março a Agosto de 2011. A região

possui um clima semiárido, com duas estações: chuvosa, de janeiro a maio, quando ocorrem em média 98,6% da precipitação anual, e seca (Vilela, et al., 2008).

Uma área de 2,4 hectares foi dividida em três piquetes, cada piquete foi previamente infestado durante 30 dias pelo pastejo de dois caprinos Moxotó, machos, dez meses de idade, média de OPG de 5283 ± 1286 , sendo 48% *Haemonchus* sp., 43% *Strongyloides* 85 sp., 8% *Trichostrongylus* sp. e 1% *Oesophagostomum* sp. A pastagem nativa dos piquetes era predominantemente formada por *Sida cordifolia*, *Croton sonderianus*, *Pithecolobium dumosum*, *Bauhinia cheilantha*, *Combretum leprosum*, *Mimosa tenuiflora*, *Desmodium* sp., *Phaseolus firmulus*, *Senna* sp., *Zornia* sp. e *Pilosocereus pachycladus*.

Foram utilizados 21 caprinos permanentes, machos, com média de idade de seis meses, mestiços Saanen x Boer. Quinze dias antes do início do experimento, os animais receberam por via oral o vermífugo Cloridrato de Levamisol (5 mg/kg de peso vivo), durante três dias consecutivos. Sete dias após a primeira vermifugação foi realizada a contagem de ovos por grama de fezes (OPG), pela técnica de Gordon e Whitlock, modificada (1939), três exames feitos da mesma amostra, onde todos os animais apresentaram resultado negativo.

Os animais foram divididos aleatoriamente em três grupos, cada grupo permaneceu em um piquete obedecendo à taxa de lotação de 0,3 Unidade Animal por hectare: grupo 1, cada animal recebeu na ração 3 g de péletes (0,6 g de micélio fúngico) contendo o fungo *Duddingtonia flagrans* (AC001) para cada 10 kg de peso vivo, duas vezes por semana, durante seis meses; grupo 2, cada animal recebeu 0,2 mg/kg de Moxidectina 0,2%, por via oral, a cada 30 dias, quando o OPG era superior a 1000, durante seis meses; grupo 3, cada animal recebeu na ração 3 g de péletes sem fungos para cada 10 kg de peso vivo, duas vezes por semana, durante seis meses, servindo

como grupo controle. Diariamente, todos os animais receberam suplementação com concentrado protéico-energético na concentração de 0,75% de peso vivo, sal mineral balanceado e água *ad libitum*. Para prevenir mortalidade, tratamentos anti-helmínticos salvatórios foram realizados individualmente quando os animais apresentavam volume globular inferior a 16%, o vermífugo utilizado era o Cloridrato de Levamisol (5 mg/kg de peso vivo).

Mensalmente, três caprinos traçadores machos Boer x Saanen, livres de nematódeos gastrintestinais pelos tratamentos com Cloridrato de Levamisol (5 mg/kg de peso vivo), com idade média de oito meses, foram colocados junto ao rebanho permanente, um em cada piquete, por 30 dias, sem receber nenhum tratamento. Após 30 dias, os traçadores eram retirados dos piquetes e permaneciam por mais 14 dias em boxes individuais, alimentados com milho (47%), *Pennisetum purpureum* (27%), feno de *Leucaena leucocephala* (23%), sal mineral balanceado (3%). Em seguida, os animais eram sacrificados e necropsiados, de acordo com normas internacionais estabelecidas pela World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP), descritas por Vercruyse et al. (2002). O abomaso dos animais era aberto em sua curvatura maior e o conteúdo armazenado em um recipiente e conservada em Formol 5%. A mucosa de todo o abomaso foi submersa em solução salina a 39 °C por 6 h, posteriormente e o material digerido foi preservado em formol 5%. Procedimentos similares foram realizados para os intestinos delgado e grosso. A contagem e identificação dos helmintos recuperados foram procedidas de acordo com Ueno e Gonçalves (1998).

A cada sete dias, amostras de fezes dos animais dos grupos permanentes eram coletadas diretamente da ampola retal para avaliação do OPG e coprocultura (Roberts e O'Sullivan, 1950). A cada 15 dias, os animais permanentes eram pesados para o

acompanhamento do desenvolvimento ponderal. A cada 30 dias, amostras de sangue foram coletadas por punção da veia jugular externa em tubos vacutainer contendo EDTA. Com o sangue, foram determinados o volume globular (VG) e as contagens total e diferencial de leucócitos, de acordo com Ferreira Neto et al. (1981).

Dados meteorológicos como temperatura, umidade relativa e pluviosidade foram coletados mensalmente em estação especializada da UFCG (Figura 1).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de uma via e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os valores de OPG foram analisados utilizando a transformação logarítmica $\text{Log}(x + 1)$, entretanto, eles estão presentes nas figuras como médias aritméticas dos valores não transformados. As análises foram realizadas utilizando o BioEstat 5.0 Software (Ayres et al. 2003).

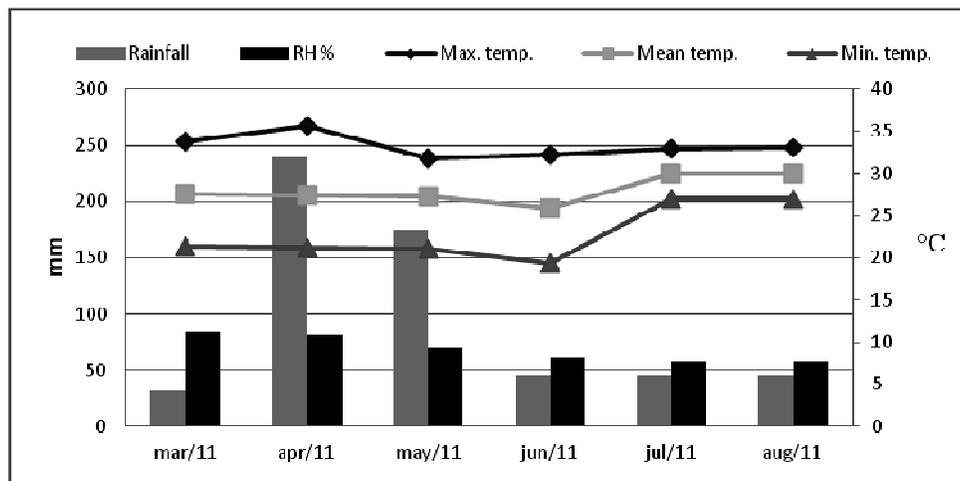


Figura 1 – Pluviosidade mensal (Rainfall mm), umidade relativa (RH%), temperatura máxima, média e mínima (°C) de Março a Agosto de 2011, Patos, Paraíba, Brasil.

Resultados

As médias de OPG dos grupos foram similares até o mês de Abril, observando-se diferença estatística ($p < 0,05$) nos meses subsequentes (Figura 2). No grupo tratado com *Duddingtonia flagrans* o OPG inicial era de 4864, sofrendo uma redução gradativa ao longo do período experimental, chegando a 2000 em Agosto. Houve diferença estatística entre este grupo e o grupo Controle a partir do mês de Maio de 2011 (60 dias após o início dos tratamentos). A Moxidectina 0,2% não foi capaz de reduzir o OPG dos animais mesmo sendo administrada a todos os animais a cada 30 dias, apresentando nos meses de Abril e Julho, médias superiores às do grupo controle.

No grupo *D. flagrans* apenas um caprino necessitou uma vez de vermifugação salvatória com Cloridrato de Levamisol (5 mg/kg de peso vivo), ao final do mês de Abril. No grupo Controle, todos os animais necessitaram de vermifugação, sendo que três caprinos receberam uma vez, um ao final do mês de Março e dois ao final do mês de Abril, um caprino recebeu duas dosificações, uma ao final do mês de Abril e outra ao final de Maio, dois caprinos receberam seis dosificações, uma ao final de cada mês do experimento e um caprino recebeu quatro vermifugações até o mês de Abril, porém apresentou Haemoncose aguda, com sinais de anemia profunda e edema de barbela, foi realizada transfusão de sangue, mas o animal não resistiu e veio a óbito. O animal foi necropsiado, tendo os helmintos recuperados, apresentando no abomaso 3.942 exemplares de *Haemonchus contortus* e 1.198 de *Trichostrongylus axei*, o intestino delgado possuía 665 de *T. colubriformes* e 620 *Strongyloides papillosus*, o intestino grosso 236 *Oesophagostomum columbianum*.

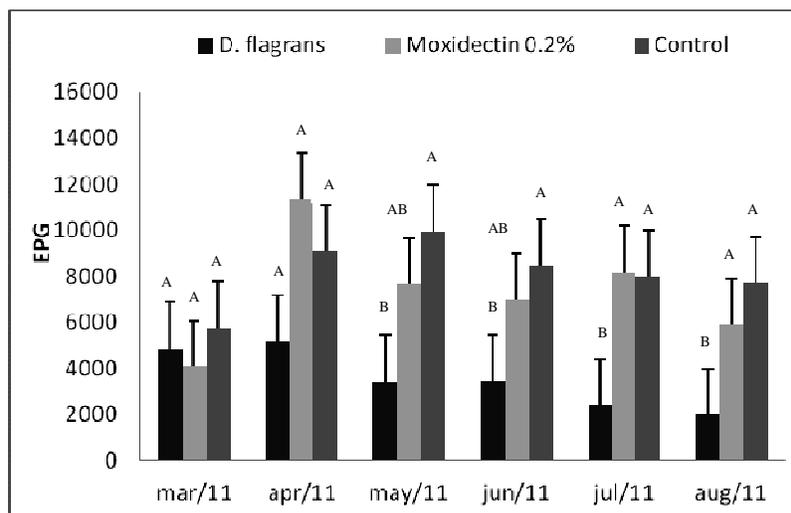


Figura 2 – Médias mensais e desvios padrões da contagem de ovos por grama de fezes (OPG) de caprinos dos grupos *D. flagrans* (0,6 g/ 10 kg de peso vivo, duas vezes por semana), Moxidectina 0,2% e Controle, coletadas de Março a Agosto de 2011, Paraíba,

Brasil. Os valores seguidos por letras iguais são estatisticamente similares ($P>0,05$) – teste de Tukey.

No primeiro trimestre do experimento, observou-se predominância do *Strongyloides* sp. nas coproculturas dos três grupos, seguido por *Haemonchus* sp. (Tabela 1). Porém, no último trimestre observou-se uma inversão, em que o *Haemonchus* sp. passou a ser predominante, seguido por *Strongyloides* sp. Durante o experimento, o *Trichostrongylus* sp. foi o terceiro mais prevalente, seguido por *Oesophagostomum* sp.

Houve diferença estatística ($p<0,01$) entre o peso dos grupos *D. flarans* e Moxidectina 0,2% e o grupo Controle a partir do mês de Abril (Figura 3), com ênfase *D. flarans* em que, ao final do experimento, os animais obtiveram em média 65% de ganho de peso (aumento de 9,3 kg), já o grupo Moxidectina 0,2% obteve média de 38%

de ganho de peso (aumento de 5,7 kg) e no grupo Controle, os animais obtiveram uma média de redução no peso de 1,1 kg.

Com relação ao volume globular, observou-se diferença estatística ($p < 0,05$) nos tratamentos empregados aos animais (Figura 4). O grupo *D. flagrans* apresentou percentual médio de volume globular superior aos demais grupos durante todo o experimento, diferindo estatisticamente nos meses de Abril, Maio e Agosto.

No leucograma, observou-se um aumento nas médias da contagem total de leucócitos, havendo diferença estatística ($p < 0,05$) entre os meses de Abril e Julho, com destaque para o grupo Moxidectina 0,2%, que apresentou as melhores médias quando comparadas ao grupo Controle (Tabela 2). Observou-se também que na maioria das coletas, o percentual de segmentados estava elevado e o percentual de linfócitos estava reduzido.

Tabela 1 – Percentual de larvas infectantes de *Haemonchus* sp. (H), *Trichostrongylus* sp. (T), *Oesophagostomum* sp. (O) e *Strongyloides* sp. (S) em coproculturas de caprinos dos grupos *D. flagrans*, Moxidectina 0,2% e Controle, entre Março e Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.

Grupos		Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto
<i>D. flagrans</i>	H	29	41	49	63	77	84
	T	9	5	1	4	6	3
	O	0	0	0	0	1	0
	S	62	54	50	33	16	13
Moxidectina 0,2%	H	24	8	8	84	88	93
	T	2	1	0	15	6	3
	O	0	0	0	0	0	1
	S	74	91	92	1	6	3
Controle	H	35	37	76	82	89	83
	T	10	2	2	10	2	4
	O	2	0	0	0	1	0

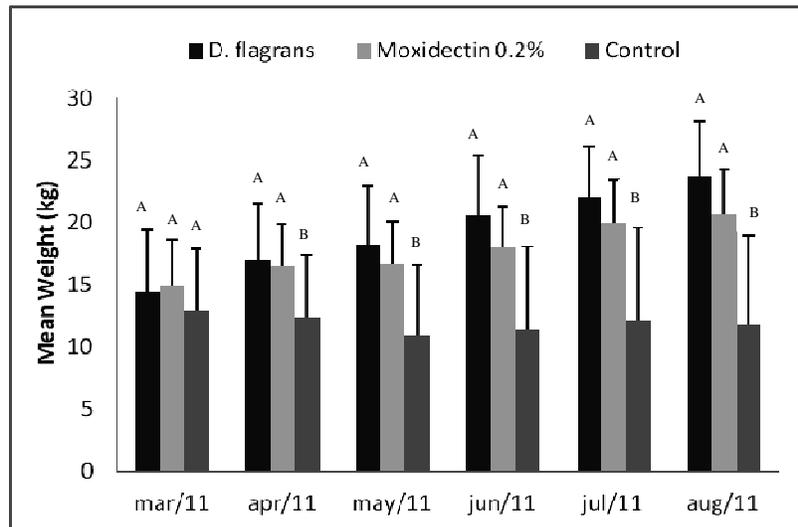


Figura 3 – Médias mensais e desvios padrões do peso vivo de caprinos dos grupos *D. flagrans*, Moxidectina 0,2% e Controle, coletadas de Março a Agosto de 2011, Paraíba, Brasil. Os valores seguidos por letras iguais são estatisticamente similares ($P>0,05$) – teste de Tukey.

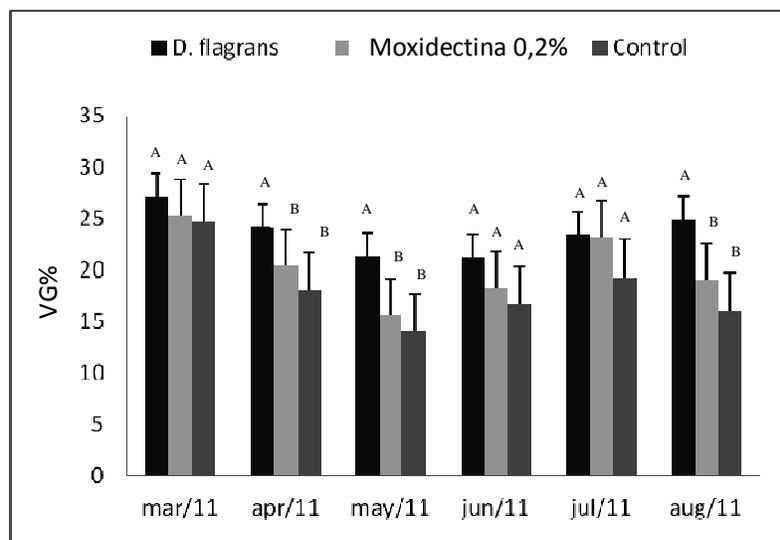


Figure 4 – Percentual de volume globular (VG) de caprinos dos grupos *D. flagrans*, Moxidectina 0,2% e Controle, coletadas de Março a Agosto de 2011, Paraíba, Brasil. Os

valores seguidos por letras iguais são estatisticamente similares ($P>0,05$) – teste de Tukey.

Tabela 2 – Contagem total e diferencial de leucócitos de caprinos dos grupos *D. flagrans*, Moxidectina 0,2% e Controle, entre Março e Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.

Grupos		Valores de referência*	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto
<i>D. flagrans</i>	Total	4.0 – 12.0 (x10 ³ /µL)	18.1 ^A	15 ^A	16.5 ^A	18.7 ^B	13.7 ^B	11.1 ^A
	Seg	30 – 48 (%)	60	48	43	53	44	44
	Eos	1 – 8 (%)	1	3	3	4	2	2
	Lin	50 – 70 (%)	37	47	54	42	53	52
	Mon	0 – 4 (%)	2	2	0	1	1	2
Moxidectina 0,2%	Total	4.0 – 12.0 (x10 ³ /µL)	18 ^A	13 ^B	13.1 ^A	11.4 ^C	15.3 ^B	9.4 ^A
	Seg	30 – 48 (%)	59	56	48	47	50	45
	Eos	1 – 8 (%)	1	1	3	2	2	2
	Lin	50 – 70 (%)	37	41	48	51	46	51
	Mon	0 – 4 (%)	3	2	1	0	2	2
Controle	Total	4.0 – 12.0 (x10 ³ /µL)	16.5 ^A	19.1 ^A	17.4 ^A	26.1 ^A	20.6 ^A	12.4 ^A
	Seg	30 – 48 (%)	57	58	50	63	51	46
	Eos	1 – 8 (%)	2	6	2	1	2	3
	Lin	50 – 70 (%)	39	35	48	35	47	51
	Mon	0 – 4 (%)	2	1	0	1	0	0

Seg: segmentados; Eos: eosinófilos; Lin: linfócitos; Mon: monócitos. Os valores seguidos por letras iguais são estatisticamente similares ($P>0,05$) – teste de Tukey.

* Valores de referência para caprinos (Jain, 1993)

Foi observado que os animais traçadores introduzidos no piquete do grupo *D. flagrans* apresentaram carga parasitária significativamente inferior aos demais grupos ($p<0,05$) a partir do mês de Abril (Tabela 3). Na maioria das vezes o *Heamonchus contortus* foi a espécie mais prevalente, seguido por *Trichostrongylus axei*, *Strongyloides papillosus*, *Trichostrongylus colubriformis* e *Oesophagostomum columbianum*. Larvas imaturas de *H. contortus* foram observadas em todos os grupos a partir do mês de Julho.

Tabela 3 – Número e espécies de helmintos obtidos de caprinos traçadores dos grupos *D. flagrans*, Moxidectina 0,2% e Controle, entre Março e Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.

Grupos	Espécies	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	
<i>D. flagrans</i>	Hc	F	1120	221	356	286	149	226
		M	761	143	222	208	71	176
		L4	0	0	0	0	10	60
	Ta	F	245	0	236	65	189	24
		M	166	0	132	32	134	11
	Sp	F	727	107	384	214	46	312
	Tc	F	105	0	110	48	124	0
		M	71	0	88	31	79	0
	Oc	F	0	0	34	0	33	0
		M	0	0	14	0	12	0
		Total	3195 ^A	471 ^B	1576 ^B	884 ^B	847 ^B	859 ^B
	Moxidectina 0,2%	Hc	F	1005	647	584	613	1876
M			683	420	362	415	1448	1134

	L4	0	0	0	0	234	1032	
Ta	F	620	1225	1114	1450	915	986	
	M	372	808	789	1243	768	789	
Sp	F	712	1998	1100	777	202	168	
	M	160	525	326	443	114	238	
Tc	F	96	341	244	220	89	178	
	M	22	0	29	0	33	57	
Oc	F	15	0	12	0	26	49	
	M							
Total		3687 ^A	5954 ^A	4560 ^A	5191 ^A	5705 ^A	5959 ^A	
Controle	F	1115	1344	1267	1435	2427	1876	
	Hc	M	780	873	796	966	1554	1455
		L4	0	0	0	0	120	986
	Ta	F	86	672	595	427	678	890
		M	60	470	393	225	365	580
	Sp	F	1300	1478	1324	1660	221	131
		M	37	288	211	43	326	473
	Tc	F	26	201	124	13	125	250
		M	27	0	22	0	26	46
	Oc	F	19	0	10	0	11	21
		M						
	Total		3430 ^A	5319 ^A	4762 ^A	4409 ^A	5763 ^A	6708 ^A

Hc: *Haemonchus contortus*; Ta: *Trichostrongylus axei*; Sp: *Strongyloides papillosus*; Tc: *Trichostrongylus colubriformis*; Oc: *Oesophagostomum columbianum*; F: fêmea; M: macho; L4: forma imatura de *Haemonchus contortus*. Os valores seguidos por letras iguais são estatisticamente similares ($P>0,05$) – teste de Tukey.

Discussão

O presente estudo foi o primeiro a testar a eficácia do *D. flagrans* no controle das helmintoses gastrintestinais de caprinos em ambiente semiárido do Nordeste do Brasil. A utilização desse fungo, peletizado em matriz de alginato de sódio, na dosagem de 3 g/10 kg de peso vivo, duas vezes por semana, demonstrou ser eficiente no controle da verminose gastrintestinal, reduzindo em 58,9% o OPG dos caprinos, mesmo em temperaturas elevadas, que chegaram a 33,7 °C e baixos índices pluviométricos, com média de 45,5 mm³ no segundo trimestre. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2009), que administraram no Sudeste do Brasil o mesmo fungo em

ovinos na dosagens de 2 g/10 kg, duas vezes por semana, durante cinco meses, e obtiveram redução de 71,6% no OPG. Sagués et al. (2011) também observaram redução no OPG de ovinos que receberam *D. flagrans* na Argentina. Outros estudos também constataram eficácia deste fungo no controle das helmintoses de animais (Araújo et al 2004; Dias et al. (2007); Paraud et al. 2007; Braga et al. 2009; Tavela et al. 2011).

Não foi observada redução no OPG do grupo que recebeu Moxidectina 0,2%. Resultados que discordam com Rodrigues et al. (2007), que registraram eficácia da Moxidectina em rebanhos caprinos no Sertão da Paraíba, Brasil, onde os índices de redução variaram de 92,6% a 98,1%.

Nas coproculturas, observou-se predominância do gênero *Strongyloides* sp. no primeiro trimestre, provavelmente devido aos caprinos serem jovens, com média de seis meses de idade, sendo, portando, mais susceptíveis a infecção por esse gênero (Athayde, 1996). Já no segundo trimestre, a predominância foi do gênero *Haemonchus* sp., corroborando com Araújo et al. (2007), que observaram maior percentual deste gênero em coproculturas de caprinos em ambiente semiárido no Ceará, Brasil.

Devido ao aumento dos índices pluviométricos nos meses de Abril e Maio, houve um aumento no OPG dos animais, ocasionando um aumento da umidade do solo, que contribuiu para uma maior reinfecção dos animais. No mesmo período, houve uma diminuição no volume globular dos animais. Por esse motivo, todos os animais do grupo controle necessitaram de vermifugação salvatória neste período. O fungo *D. flagrans*, no presente estudo, foi capaz de impedir a reinfecção dos animais durante esse período, onde apenas um animal necessitou de vermifugação salvatória.

Observou-se que o grupo que recebeu *D. flagrans* como tratamento apresentou aumento de 65% no peso, o grupo Moxidectina 0,2% obteve aumento de 38% e o Controle, redução de 9%. Resultados que corroboram com Chandrawathani et al.

(2004), que observaram que o maior ganho de peso de ovinos na Malásia ocorreu com o grupo que recebeu tratamento com *D. flagrans*. Por outro lado, Silva et al. (2009) não observaram diferença estatística ($p>0,05$) no ganho de peso de ovinos que receberam tratamento com esse fungo.

Devido ao aumento dos índices pluviométricos nos meses de Abril e Maio, houve um aumento no OPG dos animais, ocasionando um aumento da umidade do solo, que contribuiu para uma maior reinfecção dos animais. No mesmo período, houve uma diminuição no volume globular dos animais. Por esse motivo, todos os animais do grupo controle necessitaram de vermifugação salvatória neste período. O fungo *D. flagrans*, no presente estudo, foi capaz de impedir a reinfecção dos animais durante esse período, onde apenas um animal necessitou de vermifugação salvatória.

As alterações observadas nas contagens de leucócitos foram devido a enfermidades de origem bacteriana que afetaram todos os animais do experimento, explicando-se a leucocitose crônica acompanhada de neutrofilia. Os animais foram afetados principalmente nos meses de Abril e Maio, estação chuvosa, onde os índices pluviométricos e a umidade relativa estavam elevados. Para evitar possíveis interferências nos tratamentos anti-helmínticos, nenhum tratamento antibiótico foi realizado nos animais, explicando-se a persistência das mudanças nos exames até o mês de Julho, quando os índices pluviométricos e a umidade relativa já haviam reduzido, possibilitando que os animais debelassem a infecção.

O fungo *D. flagrans* foi capaz de reduzir as larvas nas pastagens, uma vez que os caprinos traçadores introduzidos no piquete que recebia esse fungo apresentaram quantidades de helmintos adultos significativamente inferiores aos demais grupos. Araújo et al. (2007) também observaram reduções consideráveis na carga parasitária de caprinos traçadores nos grupos submetidos ao tratamento com *Monacrosporium*

thaumasium no semiárido do Ceará, Brasil. Graminha et al. (2005) observaram reduções na quantidade de *H. contortus* e *T. colubriformis* em ovinos que receberam tratamento com *Arthrobotrys musiformis* no interior de São Paulo, Brasil. Estes estudos ressaltam a efetividade do controle biológico com fungos nematófagos em reduzir a contaminação das pastagens por larvas de tricostrongilídeos de pequenos ruminantes.

Conclusão

O fungo *Duddingtonia flagrans* foi eficaz no controle biológico das helmintoses gastrintestinais de caprinos mantidos em pastagem nativa no semiárido do Nordeste brasileiro.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer o suporte financeiro recebido da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG.

Referências

ARAÚJO, J. V. 1996. Interação entre larvas infectantes de *Cooperia punctata* e fungos predadores do gênero *Arthrobotrys*, caracterização de isolados de *Arthrobotrys* e seu uso no controle biológico de nematóides parasitos gastrintestinais de bovinos. Ph D Thesis, ICB, UFMG, Belo Horizonte, Brazil.

ARAÚJO, J. V.; ASSIS, R. C. L.; CAMPOS, A. K.; MOTA, M. A. Atividade *in vitro* dos fungos nematófagos dos gêneros *Arthrobotrys*, *Duddingtonia* e *Monacrosporium*

sobre nematóides trichostrongilídeos (Nematoda: Trichostrongyloidea) parasitos gastrintestinais de bovinos. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, v. 13, p. 65-71, 2004.

ARAÚJO, J. V.; RODRIGUES, M. L. A.; SILVA, W. W.; VIEIRA, L. S. Controle biológico de nematóides gastrintestinais de caprinos em clima semi-árido pelo fungo *Monacrosporium thaumasium*. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 42, n. 8, p. 1177-1181, 2007.

ATHAYDE, A. C. R. Surto epizoótico de Haemoncose e Strogiloidose caprina no semiárido paraibano. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE CIÊNCIAS VETERINÁRIAS, 15, 1996, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, p. 264, 1996.

AYRES, M.; AYRES, J. R. M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. Aplicações estatísticas nas áreas de ciências biológicas. Sociedade civil mamirauá, Brasília CNPq, Belém, 290p. 2003.

BRAGA, F. R.; ARAÚJO, J. V.; SILVA, A. R.; ARAÚJO, J. M.; CARVALHO, R. O.; TAVELA, A. O.; CAMPOS, A. K.; CARVALHO, G. L. Biological control of horse cyathostomin (Nematoda: Cyathostominae) using the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans* in tropical southeastern Brazil. **Vet. Parasitol.**, v. 163, p. 335-340, 2009.

CAVALCANTE, A. C. R.; VIEIRA, L. S. V. CHAGAS, A. C. S.; MOLENTO, M. B. Doenças parasitárias de caprinos e ovinos: epidemiologia e controle. 1ª ed. EMBRAPA, 2009, 603p.

CHANDRAWATHANI, P.; JAMMAH, O.; ADNAN, M.; WALLER, P. J.; LARSEN, M.; GILLESPIE, A. T.; Field studies on the biological control of nematode parasites of sheep in the tropics, using the microfungus *Duddingtonia flagrans*. **Vet. Parasitol.**, v. 120, p. 177-187, 2004.

DIAS, A. S.; ARAÚJO, J. V.; CAMPOS, A. K.; BRAGA, F. R.; FONSECA, T. A. Application of a formulation of the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans* in the control of the cattle gastrointestinal nematodiosis. **World J. Microbiol. Biotechnol.**, v. 23, p. 1245-1252, 2007.

DUDDINGTON, C. L. Notes on the technique of handling predaceous fungi. **Trans. Br. Mycol. Soc.**, v. 38, p. 97-103, 1955.

FAEDO, M.; LARSEN, M.; DIMANDER, S. O.; YATES, G. W.; HOGLUND, J.; WALLER, P. J. Growth of the fungus *Duddingtonia flagrans* in soil surrounding feces deposited by cattle or sheep fed the fungus to control nematode parasites. **Biol. Control**, v. 23, p. 64-70, 2002.

FERREIRA NETO, J. M.; VIANA E. S.; MAGALHÃES, L. M. Patologia Clínica Veterinária. Rabelo, Belo Horizonte. 79p. 1981.

FERREIRA, S. R.; ARAÚJO, J.V.; BRAGA, F. R.; ARAÚJO, J. M.; FERNANDES, F. M. *In vitro* predatory activity of nematophagous fungi *Duddingtonia flagrans* on

infective larvae of *Oesophagostomum* spp. after passing through gastrointestinal tract of pigs. **Trop. Anim. Health Prod.**, v. 43, p. 1589-1593, 2011.

GORDON, H. M.; WHITLOCK, H. V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **J. Coun. Sci. Ind. Res.**, v.12, p.50-52, 1939.

GRAMINHA, E. B. N.; MONTEIRO, A. C.; SILVA, H. C.; OLIVEIRA, G. P.; COSTA, A. J. Controle de nematóides parasitos gastrintestinais por *Arthrobotrys musiformis* em ovinos naturalmente infestados mantidos em pastagens. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 40, n. 9, p. 927-933, 2005.

JAIN, N.C. Essentials of veterinary hematology. Philadelphia: [s.n.], 1993. 417p.

LACKEY, B. A.; MULDOON, A. E.; JAFFE, B. A. Alginate pellet formulation of *Hirsutella rossiliensis* for biological control of plant-parasitic nematodes. **Biol. Contr.**, v. 3, p. 155-160, 1993.

LARSEN, M.; FAEDO, M.; WALLER, P. J.; HENNESSY, D. R. The potencial of nematophagous fungi to control the free living stages of nematode parasites of sheep: Studies with *Duddingtonia flagrans*. **Vet. Parasitol.**, v. 76, p. 121-128, 1998.

LIMA, W. C.; ATHAYDE, A. C. R.; MEDEIROS, G. R.; LIMA, D. A. S. D.; BORBUREMA, J. B.; SANTOS, E. M.; VILELA, V. L. R.; AZEVEDO, S. S. Nematóides resistentes a alguns anti-helmínticos em rebanhos caprinos no Cariri paraibano. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 30, n. 12, p. 1002-1009, 2010.

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

PARAUD, C.; PORS, I. CHARTIER, C. Efficiency of feeding *Duddingtonia flagrans* chlamydospores to control nematode parasites of first-season grazing goats in France. **Vet. Res. Commun.**, v. 31, p. 305-317, 2007.

ROBERTS, F. H. S.; O'SULLIVAN, J. P. Methods of egg counts and laval cultures for strongyles infesting the gastrointestinal tract of cattle. **Aust. J. Agr. Res.**, v. 1. p. 99-102, 1950.

RODRIGUES, A. B.; ATHAYDE, A. C. R.; RODRIGUES, O. G.; SILVA, W. W.; FARIA, E. B. Sensibilidade dos nematóides gastrintestinais de caprinos a anti-helmínticos na mesorregião do Sertão Paraibano. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 27, n. 4, p. 162-166, 2007.

SANTOS, M.; FERRAZ, S.; MUCHOVEJ, J. Detection and ecology of nematophagous fungi from Brazil soils. **Nematol. Bras.** v. 15, p. 121-134, 1991.

SAGUÉS, M. F.; FUSÉ, L. A.; FENÁNDEZ, A. S.; IGLESIAS, L. E.; MORENO, F. C.; SAUMELL, C. A. Efficacy of an energy block containing *Duddingtonia flagrans* in the control of gastrointestinal nematodes of sheep. **Parasitol. Res.**, v. 109, p. 707-713, 2011.

SILVA, A. R.; ARAÚJO, J. V.; BRAGA, F. R.; ALVES, C. D. F.; FRASSY, L. N. Activity of fungal conidia of the *Duddingtonia flagrans* and *Monacrosporium thaumasium* on *Haemonchus contortus* infective larvae. **J. Helminthol.**, v. 85, p. 138-141, 2011.

SILVA, A. R.; ARAÚJO, J. V.; BRAGA, F. R.; FRASSY, L. N.; TAVELA, A. O.; CARVALHO, R. O.; CASTEJON, F. V. Biological control of sheep gastrointestinal nematodiasis in a tropical region of the southeast of Brazil with the nematode predatory fungi *Duddingtonia flagrans* and *Monacrosporium thaumasium*. **Parasitol. Res.**, v. 105, p. 1707-1713, 2009.

SILVA, B. F.; CARRIJO-MAUAD, J. R.; BRAGA, F. R.; CAMPOS, A. K.; ARAÚJO, J. V.; AMARANTE, A. F. T. Efficacy of *Duddingtonia flagrans* and *Arthobotrys robusta* in controlling sheep parasitic gastroenteritis. **Parasitol. Res.**, v. 106, p. 1343-1350, 2010.

TAVELA, A. O.; ARAÚJO, J. V.; BRAGA, F. R.; SILVA, A. R.; CARVALHO, R. O.; ARAÚJO, J. M.; FERREIRA, S. R.; CARVALHO, G. R. Biological control of cyathostomin (Nematoda: Cyathostominae) with nematophagous fungus *Monacrosporium thaumasium* in a tropical southeastern Brazil. **Vet. Parasitol.**, v. 175, p. 92-96, 2011.

UENO, H.; GONÇALVES, P. C. Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes, 4th edn. Japan International Cooperation Agency, Tokyo, 143p. 1998.

VERCRUYSE, J.; HOLDSWORTH, P.; LETONJA, T.; CONDER, G.; AMAMOTO, K.; OKANO, K.; REHBEIN, S. International harmonisation of anthelmintic efficacy guidelines. **Vet. Parasitol.**, v. 103, p. 277-297, 2002.

VILELA, V. L. R., SOLANO, G. B., ARAÚJO, M. M., SOUSA, R. V. R., SILVA, W. A. S., FEITOSA, T. F., ATHAYDE, A. C. R. Ensaios preliminares para a validação do Método FAMACHA[®] em condições de semiárido paraibano. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, v. 17, supl. 1, p. 164-167, 2008.

WALKER, H. L.; CONNICK, W. J. Sodium alginate for production and formulation of mycoherbicides. **Weed Sci.**, v. 31, p. 333-338, 1983.

CAPÍTULO II

Eficácia de *Monacrosporium thaumasium* no controle das helmintoses gastrintestinais de caprinos no semiárido do Brasil

Manuscrito submetido à
Parasitology Research

**Eficácia de *Monacrosporium thaumasium* no controle das helmintoses
gastrintestinais de caprinos no semiárido do Brasil**

Vinícius Longo Ribeiro Vilela¹, Thais Ferreira Feitosa¹, Fabio Ribeiro Braga², Jackson Victor de Araújo², Samuel Cavalcante de Lucena¹, Elaine Silva Dantas¹, Ana Célia Rodrigues Athayde¹, Wilson Wouflan Silva¹

¹ Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Campina Grande, CEP: 58.108-110, Patos-PB, Brasil

² Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, CEP: 36.570-000, Viçosa-MG, Brasil

* Autor para correspondência. Tel: +55 83 3422 2214; fax: +55 83 3422 2246. E-mail: vilelavlr@yahoo.com.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi testar uma formulação peletizada em matriz de alginato de sódio do fungo *Monacrosporium thaumasium* no controle biológico das helmintoses gastrintestinais de caprinos em uma região semiárida do Nordeste brasileiro. Uma área de 2,4 hectares foi dividida em três piquetes com sete caprinos, durante os meses de Março a Agosto de 2011: grupo 1, 3 g/ 10 kg de peso vivo de péletes de *M. thaumasium* (NF34a), duas vezes por semana; grupo 2, 0,2 mg/ kg de Moxidectina 0,2%, oralmente, a cada 30 dias; grupo 3, 3 g/ 10 kg de péletes sem fungos, duas vezes por semana. A cada mês, um caprino traçador foi introduzido em cada grupo por 30 dias, posteriormente, foram sacrificados e necropsiados. O grupo *M. thaumasium* obteve 34% de redução no OPG, maiores médias de volume globular e menores cargas parasitárias nos traçadores, quando comparado aos demais grupos. O grupo Moxidectina 0,2% teve um ganho de peso médio de 5,7 kg, o *M. thaumasium* 3,6 kg e o Controle obteve uma redução de 1,1 kg. O uso dos péletes de *M. thaumasium* pode ser eficiente como uma alternativa para controlar a verminose gastrintestinal de caprinos no semiárido do Nordeste brasileiro.

Palavras-chave: controle biológico, fungos nematófagos, helmintoses

Efficacy of *Monacrosporium thaumasium* in the control of the goat gastrointestinal helminthiasis in the semi-arid of Brazil

Abstract

The aim of this work was to test a pellet formulation in a sodium alginate matrix of *Monacrosporium thaumasium* in the biological control of goat gastrointestinal helminthiasis in a semi-arid region of northeastern Brazil. An area of 2.4 hectares was divided into three paddocks with seven goats, during the months of March to August 2011: group 1, 3 g/ 10 kg l. w. of *M. thaumasium* pellets (NF34a), twice a week; group 2, 0.2 mg/ kg of Moxidectin 0.2% orally, every 30 days; group 3, 3 g/10 kg l. w. of pellets without fungus, twice a week. Each month, a goat tracer was placed in each group for 30 days, then were sacrificed and necropsied. The *M. thaumasium* group showed 34% reduction in EPG, higher packed cell volume rates and a lower parasitic load in the tracers compared to the others groups. The Moxidectin 0.2% group had 5.7 kg of weight gain, the *M. thaumasium* group had 3.6 kg and the Control group had an average reduction of 1.1 kg. The use of *M. thaumasium* pellets may be effective as an alternative to controlling goat gastrointestinal helminthiasis in the semi-arid region of northeastern Brazil.

Keywords: biological control, helminthiasis, nematophagous fungi

Introdução

A procura por novas alternativas para o controle dos nematódeos gastrintestinais de pequenos ruminantes tem sido amplamente estimulada. O uso de fungos nematófagos para o controle biológico dos tricostrongilídeos de ruminantes vem sendo o objetivo de diversos estudos por todo o mundo (Paraud e Chartier 2003; Chandrawathani et al. 2004; Silva et al. 2010; Sagués et al. 2011).

Os fungos antagonistas de nematódeos tem elevada propagação fecal e produção de armadilhas, ao mesmo tempo em que capturam e fixam os nematódeos. Após fixação, os fungos penetram na presa, matando-a pela destruição de seus órgãos internos (Araújo 2009). De acordo com Araújo et al. (2000), o *M. thaumasium*, peletizado em matriz de alginato de sódio, tem a habilidade de sobreviver após passagem pelo trato gastrintestinal de ruminantes, sem perder sua atividade predatória. Entretanto, poucos estudos tem sido conduzidos com estas formulações e este fungo sob condições naturais (Carvalho et al. 2009; Tavela et al. 2011).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de *M. thaumasium* no controle das helmintoses gastrintestinais de caprinos no semiárido do Nordeste brasileiro.

Material e Métodos

Organismos

Um isolado de *Monacrosporium thaumasium* (NF34a) foi mantido no escuro, a 4 °C, em tubos contendo CMA 2% (corn-meal-agar). O isolado, oriundo de solos da região de Viçosa, Minas Gerais, foi obtido pelo método descrito por Duddington (1955), e modificado por Santos et al. (1991).

O micélio fúngico foi obtido pela transferência de discos de cultura (aproximadamente 5 mm de diâmetro) dos isolados em CMA 2% para frascos Erlenmeyers 250 mL com 150 mL do meio líquido batata-dextrose (Difco), pH 6.5, e incubados sob agitação de 120 x g no escuro a 26 °C, por 10 dias. O micélio foi então removido para peletização utilizando alginato de sódio, como descrito por Walker e Connick (1983) e modificado por Lackey et al. (1993).

Ensaio experimental e animais

O experimento foi realizado na Fazenda Nupeárido, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizada na cidade de Patos, Paraíba, região Nordeste do Brasil, latitude 7°1'28" S, longitude 37°16'48" W, de Março a Agosto de 2011. A região possui um clima semiárido, com duas estações: chuvosa, de janeiro a maio, quando ocorrem em média 98,6% da precipitação anual, e seca (Vilela, et al., 2008).

Uma área de 2,4 hectares foi dividida em três piquetes, cada piquete foi previamente infestado durante 30 dias pelo pastejo de dois caprinos Moxotó, machos, dez meses de idade, média de OPG de 5283 ± 1286 . A vegetação era pertencente ao bioma Caatinga.

Foram utilizados 21 caprinos permanentes, machos, com média de idade de seis meses, mestiços Saanen x Boer. Quinze dias antes do início do experimento, os animais receberam por via oral o vermífugo Cloridrato de Levamisol (5 mg/kg de peso vivo), durante três dias consecutivos. Sete dias após a primeira vermifugação foi realizada a contagem de ovos por grama de fezes (OPG), pela técnica de Gordon e Whitlock, modificada (1939), três exames feitos da mesma amostra, onde todos os animais apresentaram resultado negativo.

Os animais foram divididos aleatoriamente em três grupos, cada grupo permaneceu em um piquete obedecendo a taxa de lotação de 0,3 Unidade Animal por hectare: grupo 1, cada animal recebeu na ração 3 g de péletes (0,6 g de micélio fúngico) contendo o fungo *Monacrosporium thaumasium* (NF34a) para cada 10 kg de peso vivo, duas vezes por semana, durante seis meses; grupo 2, cada animal recebeu 0,2 mg/kg de Moxidectina 0,2%, por via oral, a cada 30 dias, quando o OPG era superior a 1000, durante seis meses; grupo 3, cada animal recebeu na ração 3 g de péletes sem fungos para cada 10 kg de peso vivo, duas vezes por semana, durante seis meses, servindo como grupo controle. Diariamente, todos os animais receberam suplementação com concentrado protéico-energético na concentração de 0,75% de peso vivo, sal mineral balanceado e água *ad libitum*. Para prevenir mortes, tratamentos anti-helmínticos salvatórios foram realizados individualmente quando os animais apresentavam volume globular inferior a 16%, o vermífugo utilizado era o Cloridrato de Levamisol (5 mg/kg de peso vivo).

Mensalmente, três caprinos traçadores machos Boer x Saanen, livres de nematódeos gastrintestinais pelos tratamentos com Cloridrato de Levamisol (5 mg/kg de

peso vivo), com idade média de oito meses, foram colocados junto ao rebanho permanente, um em cada piquete, por 30 dias, sem receber nenhum tratamento. Após 30 dias, os traçadores eram retirados dos piquetes e permaneciam por mais 14 dias em boxes individuais, alimentados milho (47%), *Pennisetum purpureum* (27%), feno de *Leucaena leucocephala* (23%), sal mineral balanceado (3%). Em seguida, os animais eram sacrificados e necropsiados, de acordo com normas internacionais estabelecidas pela World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP), descritas por Vercruyse et al. (2002). O abomaso dos animais era aberto em sua curvatura maior e o conteúdo armazenado em um recipiente, onde uma alíquota de 10% foi conservada em Formol 5%. A mucosa de todo o abomaso foi submersa em solução salina a 39 °C por 6 h, posteriormente, uma alíquota de 10% do material digerido foi preservado em formol 5%. Procedimentos similares foram realizados para os intestinos delgado e grosso. A contagem e identificação dos helmintos recuperados foram procedidas de acordo com Ueno e Gonçalves (1998).

A cada sete dias, amostras de fezes dos animais dos grupos permanentes eram coletadas diretamente da ampola retal para avaliação do OPG e coprocultura (Roberts e O'Sullivan, 1950). A cada 15 dias, os animais permanentes eram pesados para o acompanhamento do desenvolvimento ponderal. A cada 30 dias, amostras de sangue foram coletadas por punção da veia jugular externa em tubos vacutainer contendo EDTA. Com o sangue, foram determinados o volume globular (VG) e as contagens total e diferencial de leucócitos, de acordo com Ferreira Neto et al. (1981).

Dados meteorológicos foram coletados mensalmente de uma estação especializada da UFCG. Durante o experimento, a temperatura variou de 20 °C a 36 °C, a umidade relativa oscilou de 63% a 89% e as médias pluviométricas mensais foram 38 mm³ em Março, 230 mm³ em Abril, 170 mm³ em Maio e 45 mm³ em Junho, Julho e Agosto.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de uma via e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os valores de OPG foram analisados utilizando a transformação logarítmica $\text{Log}(x + 1)$, entretanto, eles estão presentes nas figuras como médias aritméticas dos valores não transformados. As análises foram realizadas utilizando o BioEstat 5.0 Software (Ayres et al. 2003).

Resultados

As médias de OPG dos grupos permaneceram similares durante o experimento, exceto em Maio, onde o grupo *M. thaumasium* apresentou-se significativamente inferior ($P<0,05$) (Figura 1). O grupo Moxidectina 0,2% não obteve redução nos níveis de parasitismo, obtendo valores de OPG maiores que o grupo Controle de Abril a Julho.

Para prevenir mortalidade, os grupos *M. thaumasium* e Controle receberam dosagens de Cloridrato de Levamisole (5 mg/ kg de peso vivo) como vermifugação salvatória quando apresentavam VG inferior a 16%. No grupo *M. thaumasium*, todos os animais receberam vermifugação, cinco caprinos receberam uma dosagem, três ao final de Abril e dois em Maio, um recebeu duas dosagens, uma ao final de Abril e outra ao final de Maio, e um recebeu três dosagens, uma em Abril, outra em Maio e mais uma em Junho. No grupo Controle, todos os animais necessitaram de vermifugação, três caprinos receberam uma dosificação, um ao final de Março e dois em Abril, um animal recebeu duas dosificações, em Abril e Maio, dois receberam seis dosagens, ao final de cada mês de experimento, e um caprino recebeu quatro vermifugações até Abril, mas apresentou Hemoncose aguda, com sinais de anemia profunda e edema de barbela, realizou-se transfusão sanguínea, mas não resistiu e veio a óbito. O animal foi necropsiado e os helmintos recuperados. O abomaso apresentou 3942 *Haemonchus contortus* e 1198 *Trichostrongylus axei*, no intestino delgado tinham 665 *Trichostrongylus colubriformis* e 620 *Strongyloides papillosus*, o intestino grosso possuía 236 *Oesophagostomum columbianum*.

Houve uma predominância de *Strongyloides* sp. durante o primeiro trimestre, entretanto, no segundo trimestre, *Haemonchus* sp foi o mais prevalente (Tabela 1). *Trichostrongylus* sp. foi o terceiro mais prevalente, seguido por *Oesophagostomum* sp.

No período avaliado, não houve diferença estatística ($P>0,05$) entre o peso dos grupos *M. thaumasium* e Moxidectina 0,2%. Entretanto, ambos diferiram do grupo Controle (Figura 2). Ao final do experimento, o ganho de peso médio foi 3,6 kg, 5,7 kg e -1,1 kg, respectivamente para os grupos *M. thaumasium*, Moxidectina 0,2% e Controle.

As comparações das médias de VG demonstraram diferença estatística ($P<0,05$) entre os grupos a partir de Maio (Figura 3). O grupo *M. thaumasium* demonstrou maior percentual que os demais grupos durante Março, Abril e Agosto. Nos demais meses, o grupo Moxidectina 0,2% obteve os maiores percentuais.

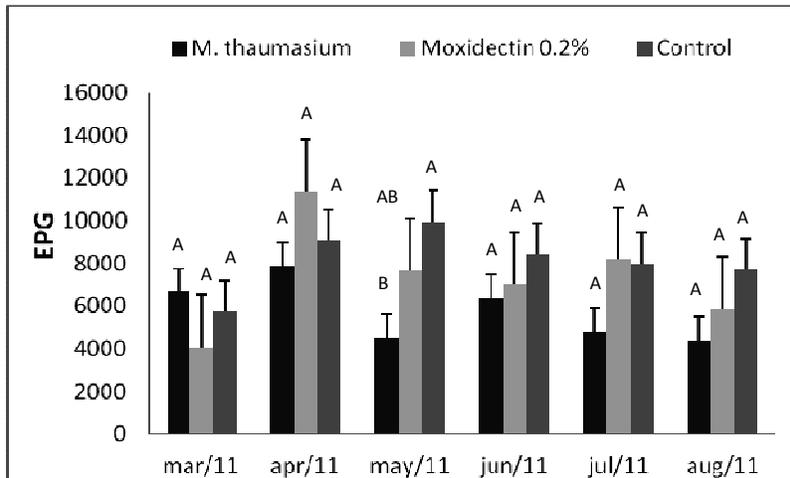


Figura 1 – Médias mensais e desvios padrões da contagem de ovos por grama de fezes (OPG) de caprinos dos grupos *M. thausasium* (0,6 g/ 10 kg de peso vivo, duas vezes por semana), Moxidectina 0,2% e Controle, coletadas de Março a Agosto de 2011, Paraíba, Brasil. Os valores seguidos por letras iguais são estatisticamente similares ($P > 0,05$) – teste de Tukey.

Tabela 1 – Percentual de larvas infectantes de *Haemonchus* sp. (H), *Trichostrongylus* sp. (T), *Oesophagostomum* sp. (O) e *Strongyloides* sp. (S) em coproculturas de caprinos dos grupos *M. thausasium*, Moxidectina 0,2% e Controle, entre Março e Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.

Grupos		Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto
<i>M. thausasium</i>	H	74	31	6	54	73	86
	T	6	2	0	5	5	2
	O	0	0	0	0	1	0
	S	20	67	94	41	21	12
Moxidectina 0,2%	H	24	8	8	84	88	93
	T	2	1	0	15	6	3
	O	0	0	0	0	0	1
	S	74	91	92	1	6	3
Controle	H	35	37	76	82	89	83
	T	10	2	2	10	2	4
	O	2	0	0	0	1	0
	S	53	61	22	8	8	13

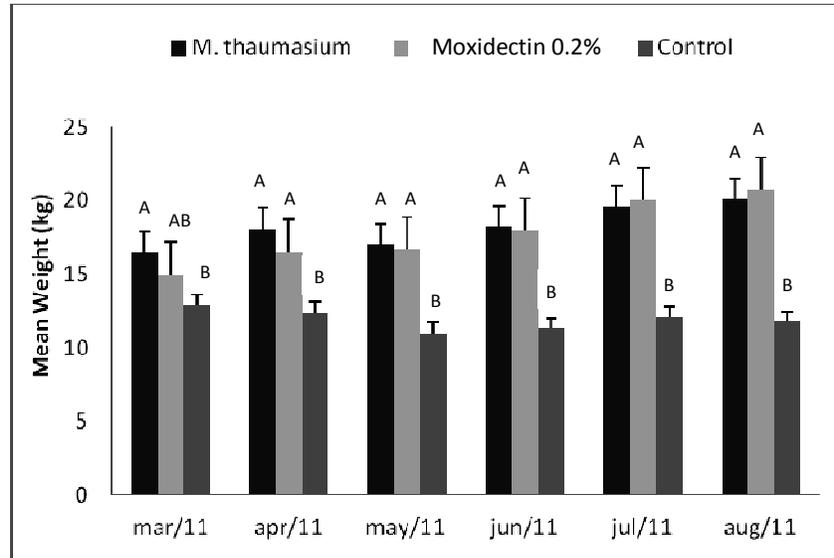


Figura 2 – Médias mensais e desvios padrões do peso vivo de caprinos dos grupos *M. thaumasium*, Moxidectina 0,2% e Controle, coletadas de Março a Agosto de 2011, Paraíba, Brasil. Os valores seguidos por letras iguais são estatisticamente similares ($P > 0,05$) – teste de Tukey.

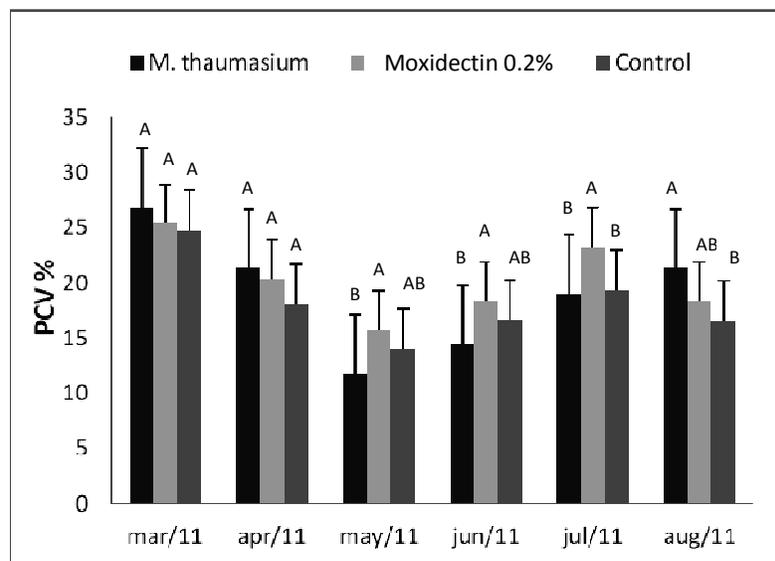


Figure 3 – Percentual de volume globular (VG) de caprinos dos grupos *M. thaumasium*, Moxidectina 0,2% e Controle, coletadas de Março a Agosto de 2011, Paraíba, Brasil. Os valores seguidos por letras iguais são estatisticamente similares ($P > 0,05$) – teste de Tukey.

No leucograma foi observado um aumento na média da contagem total de leucócitos, com diferença estatística ($P < 0,05$) de Abril a Julho, destacando-se o grupo Moxidectina 0,2%, que demonstrou a maior média comparada ao grupo Controle (Tabela 2). Também foi observado que na maioria das coletas, o percentual de segmentados estava aumentado e o percentual de linfócitos estava reduzido. Contudo, os valores de eosinófilos permaneceram normais em todas as coletas.

Níveis de parasitismo foram significativamente inferiores ($P < 0,05$) nos caprinos traçadores do grupo *M. thaumasium* em Julho e Agosto (Tabela 3). O *H. contortus* foi o mais prevalente, seguido por *T. axei*, *S. papillosus*, *T. colubriformis* e *O. columbianum*. Larvas imaturas de *H. contortus* foram observadas em todos os grupos desde Julho.

Tabela 2 – Contagem total e diferencial de leucócitos de caprinos dos grupos *M. thaumasium*, Moxidectina 0,2% e Controle, entre Março e Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.

Grupos		Valores de referência*	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto
<i>M. thaumasium</i>	Total	4.0 – 12.0 (x10 ³ /μL)	19.1 ^A	13.6 ^B	11.4 ^B	18.7 ^B	12.9 ^B	11.8 ^A
	Seg	30 – 48 (%)	65	61	57	52	57	55
	Eos	1 – 8 (%)	0	3	3	2	1	2
	Lin	50 – 70 (%)	33	35	40	45	41	42
	Mon	0 – 4 (%)	2	1	0	1	1	1
Moxidectina 0,2%	Total	4.0 – 12.0 (x10 ³ /μL)	18 ^A	13 ^B	13.1 ^{AB}	11.4 ^C	15.3 ^B	9.4 ^A
	Seg	30 – 48 (%)	59	56	48	47	50	45
	Eos	1 – 8 (%)	1	1	3	2	2	2
	Lin	50 – 70 (%)	37	41	48	51	46	51
	Mon	0 – 4 (%)	3	2	1	0	2	2
Controle	Total	4.0 – 12.0 (x10 ³ /μL)	16.5 ^A	19.1 ^A	17.4 ^A	26.1 ^A	20.6 ^A	12.4 ^A
	Seg	30 – 48 (%)	57	58	50	63	51	46
	Eos	1 – 8 (%)	2	6	2	1	2	3
	Lin	50 – 70 (%)	39	35	48	35	47	51
	Mon	0 – 4 (%)	2	1	0	1	0	0

Seg: segmentados; Eos: eosinófilos; Lin: linfócitos; Mon: monócitos. Os valores seguidos por letras iguais são estatisticamente similares ($P>0,05$) – teste de Tukey.

* Valores de referência para caprinos (Jain, 1993)

Tabela 3 – Número e espécies de helmintos obtidos de caprinos traçadores dos grupos *M. thaumasium*, Moxidectina 0,2% e Controle, entre Março e Agosto de 2011, Paraíba, Brasil.

Grupos	Espécies	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	
<i>M. thaumasium</i>	Hc	F	846	992	456	615	736	587
		M	575	645	345	518	565	441
		L4	0	0	0	0	86	342
	Ta	F	653	1118	833	624	457	219
		M	449	871	614	561	278	172
	Sp	F	470	473	563	312	89	136
	Tc	F	250	432	479	117	217	87
		M	165	321	411	89	164	63
	Oc	F	20	26	17	29	0	36
		M	14	13	8	17	0	22
	Total		3442 ^A	4891 ^A	3726 ^A	2882 ^A	2592 ^B	2105 ^B
	Moxidectina 0,2%	Hc	F	1005	647	584	613	1876
M			683	420	362	415	1448	1134
L4			0	0	0	0	234	1032
Ta		F	620	1225	1114	1450	915	986
		M	372	808	789	1243	768	789
Sp		F	712	1998	1100	777	202	168
Tc		F	160	525	326	443	114	238
		M	96	341	244	220	89	178
Oc		F	22	0	29	0	33	57
		M	15	0	12	0	26	49
Total		3687 ^A	5954 ^A	4560 ^A	5191 ^A	5705 ^A	5959 ^A	
Controle		Hc	F	1115	1344	1267	1435	2427
	M		780	873	796	966	1554	1455
	L4		0	0	0	0	120	986
	Ta	F	86	672	595	427	678	890
		M	60	470	393	225	365	580
	Sp	F	1300	1478	1324	1660	221	131
	Tc	F	37	288	211	43	326	473
		M	26	201	124	13	125	250
	Oc	F	27	0	22	0	26	46
		M	19	0	10	0	11	21
	Total		3430 ^A	5319 ^A	4762 ^A	4409 ^A	5763 ^A	6708 ^A

Hc: *Haemonchus contortus*; Ta: *Trichostrongylus axei*; Sp: *Strongyloides papillosus*; Tc: *Trichostrongylus colubriformis*; Oc: *Oesophagostomum columbianum*; F: fêmea; M: macho; L4: forma imatura de *Haemonchus contortus*. Os valores seguidos por letras iguais são estatisticamente similares ($P>0,05$) – teste de Tukey.

Discussão

Estudos avaliando a eficácia de *M. thaumasium* no controle das helmintoses gastrintestinais de caprinos são escassos, este é o primeiro estudo utilizando esta dosagem e intervalo de tratamentos nestes animais.

O uso de *M. thaumasium* peletizado em matriz de alginato de sódio em dosagem de 3 g/ 10 kg de peso vivo, duas vezes por semana, não foi estatisticamente eficaz ($P>0,05$) para reduzir o OPG dos animais, entretanto, foi viável para manter estável o OPG deste grupo durante o experimento. No início, a média de OPG do grupo *M. thaumasium* era 6664, no final, a média de OPG foi 4400, reduzindo 34% dos níveis de parasitismo. Resultados divergentes foram encontrados por Araújo et al. (2007), que também testou uma formulação peletizada em matriz de alginato de sódio de *M. thaumasium* em caprinos do semiárido do estado do Ceará, Brasil, em dosagens de 10 g de péletes por animal, semanalmente, e 10 g a cada 15 dias, onde foi observada uma redução significativa ($P<0,05$) no OPG do grupo que recebeu os péletes semanalmente. Outros estudos também encontraram melhor eficácia deste fungo no controle das helmintoses dos animais (Melo et al. 2003; Araújo et al. 2004; Campos et al. 2007; Silva et al. 2009; Tavela et al. 2011).

Não houve redução no OPG do grupo Moxidectina 0,2%. A resistência a drogas anti-helmínticas tornou-se um sério problema em países com produção de pequenos ruminantes (Vieira et al. 1992; Thomaz-Soccol et al. 2004; Lima et al. 2010). Entretanto, Rodrigues et al. (2007) observou eficácia de Moxidectina em caprinos leiteiros na região semiárida do estado da Paraíba, Brasil, onde reduções no OPG variaram de 92,6% a 98,1%.

Nas coproculturas, houve uma predominância de *Strongyloides* sp no primeiro trimestre, provavelmente devido aos caprinos serem jovens, com média de idade de seis meses, sendo mais susceptíveis a infecções por este gênero. No segundo trimestre, houve uma predominância de *Haemonchus* sp., corroborando com Lima et al. (2010), que observaram um maior percentual deste gênero em todas as coproculturas de rebanhos caprinos nas estações seca e chuvosa no semiárido da Paraíba, Brasil.

Além do grupo Moxidectina 0,2%, todos os animais dos grupos *M. thaumasium* e Controle necessitaram de pelo menos uma vermifugação salvatória, principalmente em Abril e Maio. Esta redução no VG pode ter ocorrido devido ao aumento na pluviosidade destes meses, com um aumento no OPG, causando uma elevação na

umidade do solo, que contribuiu para uma maior re-infecção dos animais. Sanyal et al. (2004) sugeriram um período mínimo de duas semanas entre o uso destes dois métodos. Enquanto uma estratégia de controle parasitário envolvendo o uso de anti-helmínticos sintéticos não pode ser implementado em um sistema de produção orgânico, a combinação de anti-helmínticos e controle biológico pode ser implementado em muitos sistemas convencionais de produção de animais.

O grupo *M. thaumasium* teve um aumento de 22% no ganho de peso, mas o grupo Controle obteve uma redução de 9%. O maior aumento no ganho de peso foi observado no grupo Moxidectina 0,2%, com 38%. Araújo et al. (2007) também notaram que caprinos que receberam péletes de *M. thaumasium* obtiveram maior ganho de peso do que o grupo Controle, destacando-se a importância em se prevenir re-infecções, que pode ter contribuído para uma melhor conversão alimentar. Por outro lado, Silva et al. (2009) não observaram diferença estatística ($P>0,05$) no ganho de peso de ovelhas tratadas com este fungo.

O volume globular do grupo *M. thaumasium* foi o melhor, quando comparado com os demais grupos nos meses de Março, Abril e Agosto, demonstrando melhor resposta fisiológica ao parasitismo gastrointestinal. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2010), que observaram que o VG de ovelhas no estado de São Paulo, Brasil, que receberam tratamentos com fungos nematófagos foram levemente maiores que os outros grupos.

As alterações observadas nas contagens de leucócitos foram devido a enfermidades de origem bacteriana que afetaram todos os animais do experimento, explicando-se a leucocitose crônica acompanhada de neutrofilia. Os animais foram afetados principalmente nos meses de Abril e Maio, estação chuvosa, onde os índices pluviométricos e a umidade reativa estavam elevados. Para evitar possíveis interferências nos tratamentos anti-helmínticos, nenhum tratamento antibiótico foi realizado nos animais, explicando-se a persistência das mudanças nos exames até o mês de Julho, quando os índices pluviométricos e a umidade relativa já haviam reduzido, possibilitando que os animais debelassem a infecção.

O fungo *M. thaumasium* foi capaz de reduzir as larvas infectantes da pastagem, pois os caprinos traçadores deste grupo demonstraram quantidades de helmintos adultos significativamente inferiores ($P<0,05$) que os demais grupos, especialmente nos últimos dois meses de experimento. Araújo et al. (2007) também notaram reduções

significativas na carga parasitária dos traçadores dos grupos submetidos ao tratamento com este fungo. Graminha et al. (2005) obtiveram reduções na quantidade de *H. contortus* e *T. colubriformis* em ovelhas que receberam tratamento com *Arthrobotrys musiformis* em São Paulo, Brasil. Estes estudos destacam a eficácia do controle biológico por fungos nematófagos, reduzindo a contaminação do pasto por larvas de tricostrongilídeos de pequenos ruminantes.

Conclusão

O uso dos péletes de *M. thaumasium*, nas dosagens utilizadas, pode ser uma alternativa viável para o controle das helmintoses gastrintestinais de caprinos no semiárido do Nordeste brasileiro.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer o suporte financeiro recebido da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG.

Conflitos de interesse

Não há conflitos de interesse relacionados com este trabalho.

Referências

Araújo JV (2009) Controle biológico de helmintos gastrintestinais de caprinos e ovinos por fungos nematófagos. In: Cavalcante ACR, Vieira LSV, Chagas ACS, Molento MB (eds) Doenças parasitárias de caprinos e ovinos: epidemiologia e controle, 1st edn. EMBRAPA, Brasília, pp 402-425

Araújo JV, Assis RCL, Campos AK, Mota MA (2004) Atividade *in vitro* dos fungos nematófagos dos gêneros *Arthrobotrys*, *Duddingtonia* e *Monacrosporium* sobre nematóides trichostrongilídeos (Nematoda: Trichostrongyloidea) parasitos gastrintestinais de bovinos. Rev Bras Parasitol Vet 13:65-71

Araújo JV, Rodrigues MLA, Silva WW, Vieira LS (2007) Controle biológico de nematóides gastrintestinais de caprinos em clima semi-árido pelo fungo *Monacrosporium thaumasium*. Pesq Agropec Bras 42:1177-1181

Araújo JV, Sampaio WM, Vasconcelos RS, Campos AK (2000) Effects of different temperatures and mineral salt on pellets of *Monacrosporium thaumasium* – a nematode-trapping fungus. Vet Arhiv 70:181-190

Ayres M, Ayres JRM, Ayres DL, Santos AS (2003) Aplicações estatísticas nas áreas de ciências biológicas, 4th edn. Sociedade Civil Mamirauá, Belém

Campos AK, Araújo JV, Assis RCL, Gandra JR, Guimarães MP (2007) Viabilidade de formulação peletizada do fungo nematófago *Monacrosporium sinense*, no controle biológico de nematóides gastrintestinais de bezerros. Arq Bras Med Vet Zootec 59:14-20

Carvalho RO, Araújo JV, Braga FR, Ferreira SR, Araújo JM, Silva AR, Frassy LN, Alves CDF (2009) Biological control of Ancylostomosis in dogs using the nematode-trapping fungus *Monacrosporium thaumasium* in southeastern Brazil. Vet Parasitol 165: 179-183

Chandrawathani P, Jammah O, Adnan M, Waller PJ, Larsen M, Gillespie AT (2004) Field studies on the biological control of nematodes parasites of sheep in the tropics, using the microfungus *Duddingtonia flagrans*. *Vet Parasitol* 120:177-187

Duddington CL (1955) Notes on the technique of handling predaceous fungi. *Trans Br Mycol Soc* 38:97-103

Ferreira Neto JM, Viana ES, Magalhães LM (1981) *Patologia Clínica Veterinária*, 1st edn. Rabelo, Belo Horizonte

Gordon HM, Whitlock HV (1939) A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. *J Coun Sci Ind Res* 12:50-52

Graminha EBN, Monteiro AC, Silva HC, Oliveira GP, Costa AJ (2005) Controle de nematóides parasitos gastrintestinais por *Arthrobotrys musiformis* em ovinos naturalmente infestados mantidos em pastagens. *Pesq Agropec Bras* 40:927-933

Jain NC (1993) *Essentials of veterinary hematology*, 4th edn. Copyright, Philadelphia

Lackey BA, Muldoon AE, Jaffe BA (1993) Alginate pellet formulation of *Hirsutella rossiliensis* for biological control of plant-parasitic nematodes. *Biol Contr* 3:155-160

Lima WC, Athayde ACR, Medeiros GR, Lima DASD, Borburema JB, Santos EM, Vilela VLR, Azevedo SS (2010) Nematóides resistentes a alguns anti-helmínticos em rebanhos caprinos no Cariri paraibano. *Pesq Vet Bras* 30:1002-1009

Melo LM, Bevilacqua CML, Araújo JV, Melo ACF (2003) Atividade predatória do fungo *Monacrosporium thaumasium* contra o nematóide *Hemonchus contortus*, após passagem pelo trato gastrintestinal de caprinos. *Cienc Rural* 33:169-171

Paraud C, Chartier C (2003) Biological control of infective larvae of a gastro-intestinal nematode (*Teladorsagia circumcincta*) and a small lungworm (*Muellerius capillaris*) by *Duddingtonia flagrans* in goat faeces. *Parasitol Res* 89:102-106

Roberts FHS, O'Sullivan JP (1950) Methods of egg counts and laval cultures for strongyles infesting the gastrointestinal tract of cattle. Aust J Agr Res 1:99-102

Rodrigues AB, Athayde ACR, Rodrigues OG, Silva WW, Faria EB (2007) Sensibilidade dos nematóides gastrintestinais de caprinos a anti-helmínticos na mesorregião do Sertão Paraibano. Pesq Vet Bras 27:162-166

Sagués MF, Fusé LA, Fenández AS, Iglesias LE, Moreno FC, Saumell CA (2011) Efficacy of an energy block containing *Duddingtonia flagrans* in the control of gastrointestinal nematodes of sheep. Parasitol Res 109:707-713

Santos M, Ferraz S, Muchovej J (1991) Detection and ecology of nematophagous fungi from Brazil soils. Nematol Bras 15:121-134

Sanyal PK, Chauhan JB, Mukhopadhyaya PN (2004) Implications of fungicidal effects of Benzimidazole compounds on *Duddingtonia flagrans* in integrated nematode parasite management in livestock. Vet Res Commun 28:375-385

Silva AR, Araújo JV, Braga FR, Frassy LN, Tavela AO, Carvalho RO, Castejon FV (2009) Biological control of sheep gastrointestinal nematodiasis in a tropical region of the southeast of Brazil with the nematode predatory fungi *Duddingtonia flagrans* and *Monacrosporium thaumasium*. Parasitol Res 105:1707-1713

Silva BF, Carrijo-Mauad JR, Braga FR, Campos AK, Araújo JV, Amarante AFT (2010) Efficacy of *Duddingtonia flagrans* and *Arthobotrys robusta* in controlling sheep parasitic gastroenteritis. Parasitol Res 106:1343-1350

Tavela AO, Araújo JV, Braga FR, Silva AR, Carvalho RO, Araújo JM, Ferreira SR, Carvalho GR (2011) Biological control of cyathostomin (Nematoda: Cyathostominae) with nematophagous fungus *Monacrosporium thaumasium* in a tropical southeastern Brazil. Vet Parasitol 175:92-96

Thomaz-Soccol V, Souza FP, Sotomaior C, Castro EA, Milczewski V, Mocelin G, Silva MCP (2004) Resistance of gastrointestinal nematodes to anthelmintics in sheep (*Ovis aries*). *Braz Arch Biol Technol* 47:41-47

Ueno H, Gonçalves PC (1998) Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes, 4th edn. Japan International Cooperation Agency, Tokyo

Vercruyse J, Holdsworth P, Letonja T, Conder G, Amamoto K, Okano K, Rehbein S (2002) International harmonisation of anthelmintic efficacy guidelines. *Vet Parasitol* 103:277-297

Vieira LS, Berne MEA, Cavalcante ACR, Costa CAF (1992) *Haemonchus contortus* resistance to ivermectin and netobimin in Brazilian sheep. *Vet Parasitol* 45:111-116

Vilela VLR, Solano GB, Araújo MM, Sousa RVR, Silva WA, Feitosa TF, Athayde ACR (2008) Ensaio preliminar para a validação do Método FAMACHA[®] em condições de semiárido paraibano. *Rev Bras Parasitol Vet* 17:164-167

Walker HL, Connick WJ (1983) Sodium alginate for production and formulation of mycoherbicides. *Weed Sci* 31:333-338

CONCLUSÃO

Concluiu-se que os fungos nematófagos são uma alternativa viável para o controle da verminose gastrointestinal de caprinos, onde os animais que receberam *Duddingtonia flagrans* (AC001) apresentaram melhor resposta fisiológica frente ao parasitismo gastrointestinal do que aqueles que receberam *Monacrosporium thaumasium* (NF34a).

Entretanto, existe uma grande necessidade de disseminar informações a respeito das medidas de controle das helmintoses gastrointestinais, enfatizando a adoção de práticas aplicáveis a região semiárida. Um período prolongado para a realização de um controle integrado das helmintoses gastrointestinais deve ser levado em consideração.