

**UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS**

**THAÍS SCHMIDT FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA IN VITRO DOS FUNGOS  
NEMATÓFAGOS *Pochonia chlamydosporia* (VC4) e *Duddingtonia  
flagrans* (AC001) SOBRE OVOS DE *Taenia saginata***

**VILA VELHA**

**2024**

**THAÍS SCHMIDT FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA IN VITRO DOS FUNGOS  
NEMATÓFAGOS *Pochonia chlamydosporia* (VC4) e *Duddingtonia  
flagrans* (AC001) SOBRE OVOS DE *Taenia saginata***

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, para obtenção do grau de Mestre em Ciências Farmacêuticas.

**VILA VELHA**

**2024**

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

F3836a

Ferreira, Thaís Schmidt

Avaliação da eficácia in vitro dos fungos nematófagos *Pochonia chlamydosporia* (VC4) e *Duddingtonia flagrans* (AC001) sobre ovos de *Taenia saginata* / Thaís Schmidt Ferreira – 2023.

32 f. : il.

Orientador: Fabio Ribeiro Braga.

Dissertação (mestrado em Ciências Farmacêuticas) –  
Universidade Vila Velha, 2023.

Inclui bibliografias.

1. Farmacologia e terapêutica. 2. Fungos. 3. Controle biológico.  
I. Braga, Fabio Ribeiro. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 615

**THAÍS SCHMIDT FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA IN VITRO DOS FUNGOS  
NEMATÓFAGOS *Pochonia chlamydosporia* (VC4) e *Duddingtonia  
flagrans* (AC001) SOBRE OVOS DE *Taenia saginata***

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, para obtenção do grau de Mestre em Ciências Farmacêuticas.

Aprovada em 28 de fevereiro de 2024.

Banca examinadora:



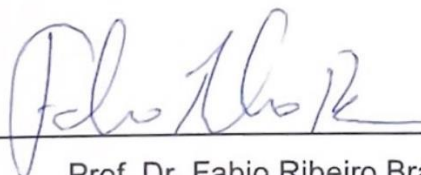
---

Prof. Dr. Filipe Elias de Freitas Soares – UFLA



---

Prof. Dr. Gabriel Augusto Marques Rossi – UVV



---

Prof. Dr. Fabio Ribeiro Braga – UVV

(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me dar saúde e força de vontade para prosseguir com minha formação e meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Agradeço a minha família pelo apoio em todos os aspectos, principalmente quando passava por algumas dificuldades e pensei em desistir, mas graças a Deus e a eles isso não aconteceu. Em especial minha mãe e meu pai, que foram minha base desde sempre. A minha avó (*in memoriam*) que estava hospitalizada no momento do processo seletivo e que com certeza estaria muito feliz com a conclusão do meu mestrado.

Agradeço ao meu orientador Dr. Fábio Ribeiro Braga, pela inserção e acolhimento na sua equipe de laboratório. Obrigada por sempre me incentivar e nunca me deixar desistir, por sempre deixar tudo muito claro e por todos os ensinamentos e vivências da sua brilhante carreira, que é uma motivação e exemplo para mim, agradeço principalmente pela paciência e empatia que o senhor teve comigo. Sou muito honrada em fazer parte da sua equipe.

Agradeço a Prof. Carolina Magri Ferraz pelo acolhimento no laboratório e por todos os ensinamentos e dicas. Principalmente pela paciência em me acompanhar em cada detalhe, durante todo desenvolvimento da minha metodologia juntamente com Prof. Fábio.

A todos os professores que tive contato durante o curso.

Ao meu amigo Pedro, que esteve comigo em todos os momentos e me ajudou muito durante esses dois anos.

A Universidade Vila Velha pela infraestrutura e segurança enquanto estive presente no campus.

A todos, meu eterno agradecimento.

Obrigada!

# SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>7</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
2.1 <i>CICLO EVOLUTIVO – T. saginata</i> .....	12
2.2 <i>TRATAMENTO COM DROGAS ANTI-HELMÍNTICAS</i> .....	13
2.3 <i>CONTROLE SANITÁRIO</i> .....	14
2.4 <i>FUNGOS NEMATÓFAGOS</i> .....	15
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
3.1 <i>OBJETIVO GERAL</i> .....	17
3.2 <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i> .....	17
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
4.1 <i>OBTENÇÃO DE OVOS DE Taenia saginata</i> .....	17
4.2 <i>OBTENÇÃO DOS ISOLADOS FÚNGICOS</i> .....	17
4.3 <i>ENSAIO EXPERIMENTAL</i> .....	18
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>19</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBIOGRÁFICAS .....</b>	<b>23</b>
<b>9 ANEXOS.....</b>	<b>30</b>

## RESUMO

FERREIRA, THAÍS SCHMIDT, M.Sc, Universidade Vila Velha – ES, fevereiro de 2024.

**Avaliação da eficácia in vitro dos fungos nematófagos *Pochonia chlamydosporia* (VC4) e *Duddingtonia flagrans* (AC001) sobre ovos de *Taenia saginata*.** Orientador: Prof. Dr. Fabio Ribeiro Braga.

A infecção por parasitos intestinais ocorre com grande frequência, principalmente em países subdesenvolvidos, com falta de saneamento básico, baixas condições de higiene e nutrição, além de ser um problema significativo para a saúde pública. A *Taenia saginata* é um parasito zoonótico responsável pelo desenvolvimento da teníase em humanos. Em humanos, o tratamento é realizado por meio de drogas anti-helmínticas, contudo, busca-se a utilização de meios alternativos para a interrupção do ciclo de vida do parasito através da destruição dos ovos presentes no solo, como os fungos nematófagos. Este estudo objetivou avaliar a atividade ovicida dos fungos nematófagos *Pochonia chlamydosporia* (VC4) e *Duddingtonia flagrans* (AC001) sobre ovos de *Taenia saginata* in vitro. Os ovos do parasito foram obtidos através da dissecação de proglótides de exemplar adulto de *T. saginata*. Para realização do experimento, foram formados 4 grupos em microtubos eppendorfs: **G1** - grupo controle; **G2** - ovos + VC4; **G3** - ovos + AC001; **G4** - ovos + VC4 + AC001. Todos os grupos foram armazenados em câmara de incubação do tipo B.O.D à 27 °C durante 15 dias e, posteriormente procedeu-se leitura. Os resultados demonstraram ao final do ensaio experimental (15 dias), percentuais de redução nas quantidades de ovos dos grupos tratados em relação ao grupo controle. O maior percentual de redução ovicida foi observado no grupo G2, com 43,3% de redução. Nos grupos G3 e G4, houve percentual de redução, com os seguintes valores 25,7% e 25,9%, respectivamente. No presente trabalho, foi evidenciada a ação dos fungos VC4 e AC001 sobre ovos de *T. saginata* após 15 dias de interação e sua associação in vitro, podendo contribuir para futuros outros delieamentos experimentais visando o controle parasitário na saúde única.

**Palavras chave:** *Taenia saginata*; *Pochonia chlamydosporia*; *Duddingtonia flagrans*; fungos nematófagos; controle biológico.

## ABSTRACT

FERREIRA, THAÍS SCHMIDT, M.Sc, University of Vila Velha – ES, fevereiro de 2024.  
**Evaluation of the *in vitro* efficacy of the nematophagous fungi *Pochonia chlamydosporia* (VC4) and *Duddingtonia flagrans* (AC001) on *Taenia saginata* eggs.** Advisor: Prof. Dr. Fabio Ribeiro Braga.

Infection by intestinal parasites occurs very frequently, especially in underdeveloped countries, with a lack of basic sanitation, poor hygiene and nutrition conditions, in addition to being a significant problem for public health. *Taenia saginata* is a zoonotic parasite responsible for the development of taeniasis in humans. In humans, treatment is carried out using anthelmintic drugs, however, alternative means are sought to interrupt the parasite's life cycle through the destruction of eggs present in the soil, such as nematophagous fungi. This study aimed to evaluate the ovicidal activity of the nematophagous fungi *Pochonia chlamydosporia* (VC4) and *Duddingtonia flagrans* (AC001) on *Taenia saginata* eggs *in vitro*. The parasite eggs were obtained through the dissection of proglottids from an adult specimen of *T. saginata*. To carry out the experiment, 4 groups were formed in Eppendorfs microtubes: G1 - control group; G2 - eggs + VC4; G3 - eggs + AC001; G4 - eggs + VC4 + AC001. All groups were stored in a B.O.D incubation chamber at 27°C for 15 days and then reading was carried out. The results demonstrated, at the end of the experimental trial (15 days), percentage reduction in the quantity of eggs in the treated groups in relation to the control group. The highest percentage of ovicidal reduction was observed in the G2 group, with a 43.3% reduction. In groups G3 and G4, there was a percentage reduction, with the following values being 25.7% and 25.9% respectively. In the present work, the action of the fungi VC4 and AC001 on *T. saginata* eggs was demonstrated after 15 days of interaction and their association *in vitro*, which may contribute to future experimental designs aimed at parasite control in single health.

**Keywords:** *Taenia saginata*; *Pochonia chlamydosporia*; *Duddingtonia flagrans*; nematophagous fungi; biological control.



## 1. INTRODUÇÃO

Helmintos são parasitos multicelulares que infectam animais e humanos causando diversas doenças em todo o mundo. Atingem principalmente as pessoas que vivem em situação de pobreza. Integram uma importante questão de saúde pública principalmente em relação às zoonoses. Dentre essas doenças, destaca-se a teníase, causado pelo gênero *Taenia*, sendo a *Taenia saginata*, *Taenia solium* e *Taenia asiatica* conhecidas por parasitar humanos (Araújo *et al.*, 2010; Weatherhead *et al.*, 2020; Chieffi & Santos, 2020).

Dentre os tenídeos zoonóticos mencionados anteriormente, a *T. saginata* é a responsável por causar teníase em humanos. Conhecida popularmente como “solitária”, aloja-se no intestino delgado, constituindo a fase adulta do parasito. A infecção por *T. saginata* em humanos ou animais gera, além de problemas de saúde pública, perda econômica em relação ao setor pecuarista, visto a comercialização de carne tanto para consumo quanto para exportação (Araújo *et al.*, 2010; Chieffi & Santos, 2020; Rahman *et al.*, 2023; Araújo *et al.*, 2023).

A cada ano, estima-se que ocorram cerca de 407 milhões de casos de infecções parasitárias em seres humanos. Dentre esses casos, aproximadamente 91,1 milhões (22%) resultam de fontes alimentares, contribuindo para cerca de 52 mil mortes. Apesar do significativo impacto na saúde pública, o entendimento e conhecimento sobre os parasitos transmitidos por alimentos pode variar. (Mascarenhas, 2023).

O consumo de carne ou vísceras bovinas cruas ou malcozidas infectadas por cistos de *T. saginata* é o principal meio de contaminação para o ser humano. Áreas atravessadas por rios ou até mesmo com esgoto também tem uma maior probabilidade de serem contaminadas por ovos de tênia, pois esses ovos têm maior chance de sobrevivência nesses ambientes. A água desempenha um papel fundamental como uma das principais formas de transmissão e disseminação dessa doença, transportando e dispersando os ovos por diferentes extensões (Braae *et al.*, 2018; Bucur *et al.*, 2019; Mascarenhas, 2023).

No Brasil, muitas localidades ainda não possuem acesso regular a água potável e/ou não possuem instalações adequadas a sistemas de esgoto. Realidade que representa um sério risco para a saúde humana, uma vez que diversas doenças

podem ser transmitidas por meio da água contaminada devido às precárias condições de habitação, incluindo as parasitoses como a teníase (Teixeira *et al.*, 2020).

Para o combate dessa parasitose, emprega-se diversas medidas, como a implementação de saneamento básico, além da educação em saúde da população, visando a interrupção do ciclo de vida do parasito. Em humanos, a utilização de drogas antiparasitárias torna-se um meio de tratamento (Araújo *et al.*, 2010; Chieffi & Santos, 2020; Mwasunda *et al.*, 2022).

Tratamentos alternativos de combate voltados ao controle ambiental de parasitoses de diversas espécies tem sido amplamente estudados, como os fungos nematófagos, que demonstram vasta viabilidade. Os fungos são organismos de controle biológico natural que possuem atividade predatória sobre os parasitos, algumas espécies atuam formando hifas como armadilhas para controle parasitário e outros atuam por meio de enzimas (Araújo *et al.*, 2010; Soares *et al.*, 2018; Luns *et al.*, 2018; Mendlovic *et al.*, 2020; Braga *et al.*, 2022).

O uso de fungos nematófagos como controladores biológicos, tem como base a sua presença no meio ambiente e ação direcionada ambiental de clamidósporos e/ou conídios, que são esporos de resistência. Essa esporulação é importante para a disseminação e resistência dos fungos e é necessário para programas de controle de parasitoses (Silva *et al.* 2015; Sobral *et al.* 2019).

Apesar de ser possível utilizar métodos químicos para tratar infecções agudas e graves, o uso de fungos como forma de controle biológico de doenças pode ser visto como uma medida preventiva de longo prazo. Portanto, para a destruição dos ovos de *T. saginata* no solo interrompendo seu ciclo de vida, a utilização de mecanismos biológicos como os fungos são promissores, visto que também há presença desses microrganismos no meio ambiente (Araújo *et al.*, 2010; Roque *et al.*, 2023).

Pesquisas que possam vir a contribuir com o controle da teníase humana são relevantes, uma vez que o controle ambiental sustentável das formas pré-parasitárias das infecções helmínticas ainda é um dos grandes obstáculos para a saúde única. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar *in vitro* a atividade ovicida dos fungos nematófagos *Pochonia chlamydosporia* (VC4) e *Duddingtonia flagrans* (AC001) sobre ovos de *T. saginata*.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A infecção por parasitos intestinais, causada por helmintos e protozoários ocorre com frequência, especialmente em nações menos desenvolvidas ou em processo de desenvolvimento. Esse cenário está diretamente ligado à falta de saneamento básico, associado às condições precárias de higiene e nutrição, resultando em um grave problema para a saúde pública. Dessa forma, as infecções parasitárias são frequentemente utilizadas como indicador da qualidade sanitária do ambiente onde reside uma determinada população (Pereira *et al.*, 2022).

As baixas condições socioeconômicas e de higiene contribuem significativamente para a alta incidência dessas doenças no Brasil. É relevante destacar tais enfermidades tem um impacto particularmente maior em crianças, trazendo consequências negativas no crescimento e desenvolvimento. Dentre as diversas doenças parasitárias causadas por helmintos, a teníase destaca-se como uma condição de grande importância do ponto de vista da saúde pública, uma vez que o homem é acometido pela doença a partir do consumo de carne crua ou malcozida contendo cisticerco (Santana *et al.*, 2021; Pereira *et al.*, 2022).

O gênero *Taenia* possui cerca de 42 espécies conhecidas, sendo 35 destas com ciclo biológico e características morfológicas de fases larvais e adultas identificadas. Três dessas espécies são identificadas por parasitar humanos (figura 1), tornando-se hospedeiros definitivos: *Taenia saginata* (“tênia da carne” bovina), *Taenia solium* (“tênia da carne” suína) *Taenia asiatica* (“tênia asiática”). A *T. asiatica* não possui registro de ocorrência no continente americano e europeu (Chieffi & Santos, 2020; Eichenberger, *et al.*, 2020).

A contaminação humana ou animal por *T. saginata* traz não só problemas relacionadas a saúde pública, mas também perdas econômicas no âmbito pecuarista, uma vez que o Brasil possui um dos maiores rebanho bovinos mundo, extrapolando cerca de 224 milhões de cabeças e o Produto Interno Bruto (PIB) da pecuária foi em torno de 144 bilhões de dólares em 2018 (sendo responsável por 8,7% do PIB brasileiro). Além da criação, o Brasil possui lugar de destaque na exportação de carne bovina, com mais de 2 milhões de toneladas exportadas (Chieffi & Santos, 2020; Rossi *et al.*, 2020; Araújo *et al.*, 2023).

A *T. saginata* é um parasito zoonótico, responsável pelo desenvolvimento da teníase (popularmente conhecida como “solitária”) em humanos e da cisticercose

(popularmente conhecida como “canjiquinha”) em bovinos, que constituem os dois hospedeiros do seu ciclo de vida. A cisticercose humana é muito rara ou, de modo geral, não acontece (Bucur *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2022; Araújo *et al.*, 2023; Mascarenhas, 2023).

A cisticercose bovina é uma infecção causada através da ingestão de ovos pela água ou ração contaminada. Dentro do aspecto econômico, a produção e exportação de carne bovina no Brasil é uma atividade econômica de grande relevância. Em 2018, foi exportado 1,64 milhão de toneladas de carne bovina. A cisticercose bovina é frequentemente identificada como a parasitose mais comum durante a análise de carcaças e vísceras de bovinos no Brasil (Aquino *et al.*, 2017; Rossi *et al.*, 2020).

O ser humano é o hospedeiro definitivo do parasito, alojando-se no intestino delgado e caracterizando sua fase adulta. Os bovinos são considerados os hospedeiros intermediários, local este onde ocorre o desenvolvimento larval do verme. Além disso, possui uma fase livre, referente aos ovos no meio ambiente, fase esta que contribui para a dispersão do parasito no ambiente devido a contaminação do solo por matéria fecal (Araújo *et al.*, 2010; Mascarenhas, 2023)

O contágio de seres humanos por *T. saginata* ocorre por meio do consumo de carne bovina crua ou malcozida, que contenham cisticerco do parasito, que amadurecem até o estágio adulto do parasito no intestino delgado. Quando humanos portadores de teníase defecam ao ar livre, excretam proglótides repletos de ovos do parasito. Em campos, os ovos (figura 2) podem ser disseminados pela água, patas de animais, insetos, entre outros, meios esses que contribuem para a contaminação de pasto, sendo as fontes de água diretamente relacionadas ao desenvolvimento da cisticercose em bovinos, além de pastagens ou ração contaminada (Symeonidou *et al.*, 2018; Braae *et al.*, 2018; Bucur *et al.*, 2019).

A teníase humana produz em geral sintomas clínicos leves ou é assintomática, com baixas complicações como obstrução intestinal, dor epigástrica, náusea, diminuição de peso e aumento de apetite, náuseas, vômitos, diarreia fadiga e irritabilidade (Chieffi & Santos, 2020; Eichenberger *et al.*, 2020; Mascarenhas, 2023).

Por se tratar de uma parasitose onde grande parte dos portadores são assintomáticos, o diagnóstico clínico não é comum, além disso, quando ocorre a aparição de sintomas pode equiparar-se com outras parasitoses. Portanto, o diagnóstico em humanos geralmente é feito por exames coproparasitológico, realizando a observação de ovos e larvas. Métodos para detecção de anticorpos

específicos de *Taenia* spp. como hemaglutinação e reação de imunofluorescência indireta (RIFI) também podem ser realizados, além do Ensaio de Imunoabsorção Enzimática (ELISA), um teste sorológico (Silva *et al.*, 2022; Pereira *et al.*, 2022).

Já nos animais, o diagnóstico é realizado *post mortem* em inspeção durante o abate. Consiste basicamente em avaliar visualmente a presença de cisticercos nos tecidos e órgãos da carcaça. A inspeção é feita por meio de cortes em regiões onde o cisticerco tem propensão a se alojar. Muitos fatores interferem no diagnóstico *post mortem*, como a habilidade do inspetor, a quantidade e local de incisões realizadas, visto que nem todos os órgãos são avaliados, principalmente por questões de comercialização (Mascarenhas, 2023).

### 2.1 CICLO EVOLUTIVO – *T. saginata*

O ciclo de vida não envolve somente o animal e o meio ambiente, mas o homem também faz parte do ciclo da tênia (figura 3). Após a ingestão de carne malpassada ou crua e água contaminadas por cisticercos com larvas de *T. saginata* pelo homem, ocorre a eclosão no estômago e a fixação das larvas no intestino através das ventosas, levando cerca de três meses até o desenvolvimento e formação de proglótides, caracterizando a fase adulta, gerando a infecção (BRASIL, 2020; Silva & Oliveira, 2023).

Após o desenvolvimento das larvas até a fase adulta, ocorrerá a liberação de proglótides com milhares de ovos nas fezes humanas, contaminando o meio ambiente e o solo. Supõe-se que ocorre a liberação de 1 a 5 proglótides por dia e que cada uma contenha cerca de 40 mil ovos viáveis, ou seja, embrionados e infectantes. Os ovos possuem grande durabilidade quando há ausência de incidência da luz solar intensa e presença de umidade. Em climas úmidos e quentes, os ovos permanecem viáveis e com poder infeccioso por um intervalo de até oito meses (BRASIL, 2020; Silva *et al.*, 2022; Silva & Oliveira, 2023; Mascarenhas, 2023).

Com a presença de ovos viáveis no solo, há a ingestão pelo hospedeiro intermediário, ocorrendo a liberação de larvas no intestino delgado do animal ao sofrer a ação do suco gástrico e da bile. As larvas penetram na parede intestinal e deslocam-se pela corrente sanguínea, formando o cisticerco, que pode ser encontrado no tecido muscular, subcutâneo e também cardíaco (Silva *et al.*, 2022).

Com o decorrer do tempo, as larvas podem se calcificar ou até mesmo morrer, por tal motivo, os cisticercos podem ser encontrados vivos, degenerados ou calcificados nas carcaças bovinas (BRASIL, 2020; Araújo *et al.*, 2023).

## 2.2 TRATAMENTO COM DROGAS ANTI-HELMÍNTICAS

Os fármacos anti-helmínticos atuam por paralisação do parasita, impedindo a contração muscular, por exemplo, causando danos no verme de maneira que o sistema imunológico possa combatê-lo ou modifica o metabolismo do parasita, como afetar a função microtubular. Para que o tratamento seja eficaz, o fármaco deve conseguir adentrar a cutícula exterior do verme ou acessar o trato alimentar. Além disso, algumas espécies de helmintos possuem bombas ativas de efluxo de fármacos, fato que pode causar a redução de substância ativa no parasita. Portanto, a via de administração e dose são de extrema importância no tratamento (Rang&Dale, 2016).

O tratamento da teníase no hospedeiro definitivo, o ser humano, é feito através de drogas antiparasitárias como o praziquantel, albendazol, niclosamida e nitazoxanida. O tempo de tratamento e doses dependerão da clínica do paciente, da sintomatologia e do estágio dos cistos. Além do tratamento medicamentoso, medidas higiênico-sanitárias são fundamentais como o cuidado no preparo de alimentos, ingestão de carnes de procedência e bem cozidas, o consumo de água tratada ou fervida (Silva *et al.*, 2022).

O praziquantel é o medicamento de escolha para o tratamento da teníase humana, sendo utilizado em doses de 5-10 mg/kg, via oral, em dose única. Possui susceptibilidade de cura de 96 a 100%, com doses de 10 mg/kg. É um fármaco considerado seguro e com poucas reações adversas, e, quando ocorre, são leves como dores abdominais, diarreia, sonolência, vertigem e cefaleia. O praziquantel é bem absorvido e grande parte é convertido em metabólitos inativos no efeito de primeira passagem (fígado) e são eliminados através da urina. Sua meia vida é de 60-90 minutos. Além disso, o praziquantel é seguro para gestantes e lactantes (Chai, 2013; Rang&Dale, 2016; Chai *et al.*, 2021).

O albendazol é um fármaco pertencente ao grupo do benzimidazóis e é uma alternativa para o tratamento. Alguns estudos mostram que em dosagens de únicas de 400 mg ou 800 mg o resultado foi insatisfatório. Contudo, a utilização da droga na concentração de 400mg, duas ou três vezes por dia, ao longo de 2-3 dias (totalizando

cerca de 1.600 mg a 3.600 mg durante o tratamento) produziu uma resposta melhor ao tratamento contra *T. saginata*, sendo 90 a 95% de taxa de cura. O albendazol é uma droga com pouca absorção, entretanto, sua administração com alimentos gordurosos pode causar a elevação da absorção. Sobre ampla metabolização em sua passagem pelo fígado em metabólitos sulfóxido (possivelmente o metabólito ativo) e sulfona. Além disso, é uma droga que possui poucos efeitos adversos (Rang&Dale, 2016; Chai *et al.*, 2021).

A niclosamida é uma droga alternativa para o tratamento da teníase humana juntamente com o praziquantel. Geralmente é utilizada em uma única dosagem de 2 g. Seu mecanismo de ação consiste em danificar o escólex do verme, que está ligada a parede do intestino, separando-o da parede intestinal e sua consequente eliminação com as fezes. Durante o tratamento com a niclosamida, pode ocorrer náuseas, vômitos, prurido e cefaleia leve, contudo, são poucos tais efeitos. Já a nitozoxanida embora não seja o fármaco de escolha no tratamento, devido a presença de efeitos colaterais em comparação com o praziquantel, pode ser também uma alternativa ao ser utilizado em doses de 15 mg/kg/dia por 3 dias ou 1,2 g em dose única (Rang&Dale, 2016; Neves, 2016; Iza *et al.*, 2020).

### 2.3 CONTROLE SANITÁRIO

A teníase é um problema de saúde pública, pois só ocorre a contaminação do meio ambiente pelos ovos através das fezes do hospedeiro definitivo. Tendo em vista tal fato, uma das estratégias de controle desse parasito se dá pela interrupção do seu ciclo de vida, através da educação sanitária e evitando a contaminação de animais e seres humanos (Mascarenhas, 2023; Silva & Oliveira, 2023).

O controle sanitário de esgoto a céu aberto, principalmente em comunidades carentes onde há criação de gado, reduziria a contaminação de fontes de água que abastecem tal criação e até mesmo a população. Além disso, uma cuidadosa inspeção de carnes e o enfrentamento ao abate ilegal, visando impedir a comercialização de carcaças infectadas para que não cheguem na cadeia alimentar da população e tratá-las de maneira correta é uma outra alternativa no controle da doença (Symeonidou *et al.*, 2018; Rossi *et al.*, 2020; Mwasunda *et al.*, 2021; Mascarenhas, 2023; Araújo *et al.*, 2023).

## 2.4 FUNGOS NEMATÓFAGOS

Apesar dos diversos meios empregados para a interrupção do ciclo evolutivo do parasito, deve-se levar em consideração o fato de que um dos principais elementos que influenciam o controle da teníase é a sobrevivência dos ovos do parasito no solo. Um meio alternativo para sua destruição é o emprego de organismos biológicos antagonistas, como fungos nematófagos (Araújo *et al.*, 2010).

Os fungos nematófagos podem ser divididos de acordo com seu modo de ação, sendo encontrados em solos agrícolas naturais e em diversos tipos de matéria orgânica em decomposição. Os fungos têm a capacidade de inibir o desenvolvimento embrionário dos parasitos, fragmentar a camada externa dos ovos, deixando-os suscetíveis e promover a entrada de micotoxinas, que por sua vez impedem a eclosão dos ovos (Braga *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2020).

Os fungos que se alimentam de nematoides (vermes que apresentam corpo cilíndrico, normalmente alongado e com bordas afiladas) atuam como predadores naturais dos vermes parasitos no trato gastrointestinal, representando uma alternativa mais promissora em comparação aos métodos de controle químico. Esses fungos podem ser empregados para regular a presença de nematóides imaturos nas fezes dos animais e no ambiente (Li *et al.*, 2022; Embrapa, 2022).

A divisão dos fungos nematófagos é feita por cinco grupos: predatórios, oportunistas ou ovicidas, endoparasitários, produtores de toxina e produtores de dispositivos especiais de ataque (produzem estruturas que danificam a película de nematóides), entretanto, os mais estudados são os predadores e os ovicidas e/ou oportunistas (Soares *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2022)

A classe dos fungos predadores produz hifas, comumente chamadas de armadilhas, que se ligam ao parasito adulto ou em estágio larval e o destroem por meio de processos mecânicos ou enzimáticos. Entretanto, estudos mostraram que essa classe apresentava apenas efeitos fisiológicos, e quando testados com ovos não promoviam a sua destruição, apenas de aderem a superfície dos ovos dos parasitos, contudo, estudos *in vitro* tem sido realizado para verificar sua ação sobre ovos (Li *et al.*, 2022; Roque *et al.*, 2023)

Fungos nematoides ovicidas, são considerados aqueles em que causam efeito lítico com alteração morfológica do embrião juntamente com a casca do ovo, além da penetração de hifas e colonização no interior do ovo (chamado efeito tipo 3), através



de processos mecânicos ou enzimáticos. Esses fungos são comuns do solo e utilizam armadilhas no mecanismo de predação. Além do efeito tipo 3, há o efeito tipo 1 que consiste no efeito lítico com causar danos na casca do ovo e com aderência de hifas na casca. Já no tipo 2, o fungo apresenta mudanças na casca do ovo e do embrião, mas sem penetração de hifas na casca (Soares *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2022; Roque *et al.*, 2023).

Fungos predadores e oportunistas tem sido cada vez mais relacionado ao combate biológico de helmintoses e, dentre as espécies promissoras desse grupo estão os fungos *Pochonia chlamydosporia* (VC4) e *Duddingtonia flagrans* (AC001). Entretanto, além da ação predatória e de combate aos estágios pré-parasitários, os fungos nematófagos também podem produzir esporos de resistência ou conídios, chamados de clamidósporos, uma característica crucial para sua propagação e resistência (Braga *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2015).

O VC4 se destaca como modo de ação oportunista, parasitando de maneira seletiva ovos de helmintos gastrointestinais e fêmeas. Produz proteases com atividade ovicida, e penetram os ovos por meio de apressórios, formados a partir de hifas. Sua ação pode não ser apenas sobre a superfície dos ovos, mas também penetrar no interior deles. A *P. chlamydosporia* não causa prejuízos para saúde humana e tem sido amplamente estudada como controlador biológico (Braga *et al.*, 2009; Fonseca *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2022).

O AC001 possui característica de fungo predador e é uma espécie larvicida. O *D. flagrans* pode desenvolver um número considerável de clamidósporos com parede espessa e resistente a diversos ambientes, até mesmo ao meio gastrointestinal, sem sofrer mudanças em sua morfologia. A alta quantidade de clamidósporos produzidos é importante para a disseminação e sobrevivência do fungo. Sua principal fonte de nutrição são os nematoides, o que propicia ao fungo uma alta capacidade de formar armadilhas. Conforme a literatura, o AC001 apresenta desenvolvimento em temperaturas entre 20 e 30°C, de 15 e 60 mm por semana, além de produzir 700 a 800 armadilhas a cada cm<sup>2</sup> na presença de nematoides (Braga *et al.*, 2009; Liu *et al.*, 2022; Fonseca *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2022; Roque *et al.*, 2023; Calazans *et al.*, 2023).

Apesar dos estudos de processos naturais sobre a destruição de ovos de helmintos estarem se desenvolvendo, torna-se uma opção promissora que quando empregada com outras medidas preventivas. A utilização concomitante de mais de um fungo nematófago, pode potencializar seu efeito e até mesmo reduzir falhas que

possam ser encontradas quando administrados individualmente (Araújo *et al.*, 2010; Luns *et al.*, 2018).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar *in vitro* a atividade ovicida dos fungos nematófagos *Pochonia chlamydosporia* (VC4) e *Duddingtonia flagrans* (AC001) sobre ovos de *Taenia saginata*.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a atividade helmintofágica de *Pochonia chlamydosporia* (VC4) e *Duddingtonia flagrans* (AC001) sobre os ovos de *Taenia saginata*.
- Avaliar o sinergismo da associação entre os isolados testados (VC4 e AC001).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

#### 4.1 OBTENÇÃO DE OVOS DE *Taenia saginata*

Os ovos de *T. saginata* foram obtidos através da dissecação de proglótides de um exemplar adulto proveniente de um paciente humano, doado pelo serviço médico ao laboratório de Parasitologia Experimental e Controle Biológico da Universidade de Vila Velha (UVV).

#### 4.2 OBTENÇÃO DOS ISOLADOS FÚNGICOS

Foram utilizados os isolados fúngicos *Pochonia chlamydosporia* (VC4) e *Duddingtonia flagrans* (AC001) provenientes do laboratório de Parasitologia Experimental e Controle Biológico da Universidade de Vila Velha (UVV). Os fungos foram mantidos em cultura no meio de cultura ágar-água 2%.

### 4.3 ENSAIO EXPERIMENTAL

Para a realização do ensaio experimental, primeiramente, foram calculadas as concentrações de ovos de *T. saginata* e dos conídios dos fungos AC001 e VC4 nas soluções obtidas, separadamente. A concentração dos ovos foi contabilizada por meio de alíquotas em lâminas de vidro com auxílio de microscopia óptica, na qual foi obtida uma concentração de 25 ovos/5 $\mu$ L de água destilada estéril. Em seguida, as concentrações dos conídios de AC001 e VC4 foram obtidas por meio da raspagem da placa de Petri com diluição em água destilada e posterior contagem na câmara de Neubauer, obtendo-se as concentrações 150 conídios/3 $\mu$ L e 103 conídios/3 $\mu$ L, respectivamente.

Após os cálculos, o material foi distribuído em quatro grupos, na qual os grupos tratados (G2, G3 e G4) receberam uma proporção específica de 100 ovos (20 $\mu$ L) para 100 conídios. Os grupos foram alocados em microtubos, com cinco repetições cada, conforme tabela 1.

**Tabela 1** – Divisão dos grupos experimentais: grupo controle (G1); ovos + *Pochonia chlamydosporia* (G2); ovos + *Duddingtonia flagrans* (G3) e ovos + *P. chlamydosporia* + *D. flagrans* (G4).

GRUPOS	COMPOSIÇÃO DOS GRUPOS
<b>G1 (grupo controle)</b>	Ovos + água destilada
<b>G2</b>	Ovos + VC4
<b>G3</b>	Ovos + AC001
<b>G4</b>	Ovos + VC4 + AC001

Posteriormente, os grupos foram armazenados em temperatura ambiente ( $\pm$  25°C), durante 15 dias. Após este período, o conteúdo de todos os microtubos foi lido através do microscópio e a quantidade de ovos viáveis (embrionados e infectantes) foi contabilizada para realização do percentual de redução, por meio da seguinte fórmula:

$$\% \text{ redução} = \frac{\text{média do grupo controle} - \text{média do grupo tratado}}{\text{média do grupo controle}} \times 100$$

## 5 RESULTADOS

Ao final do ensaio experimental (15 dias), foram observados percentuais de redução nas quantidades de ovos dos grupos tratados em relação ao grupo controle (tabela 2). O maior percentual de redução foi observado no grupo G2, grupo este composto pelo fungo VC4, demonstrando claramente a sua atividade ovicida.

Observou-se também que os grupos G3 e G4 apresentaram percentual de redução de 25,7% e 25,9%, respectivamente.

**Tabela 2** – Médias e percentuais de redução ovicida nos grupos experimentais, grupo controle (G1); ovos + *Pochonia chlamydosporia* (G2); ovos + *Duddingtonia flagrans* (G3) e ovos + *P. chlamydosporia* + *D. flagrans* (G4), ao final de 15 dias do ensaio experimental.

GRUPOS EXPERIMENTAIS	MÉDIAS	%REDUÇÃO
<b>Grupo controle (G1)</b>	101,6 ± 54	-
<b>Ovos + <i>Pochonia chlamydosporia</i> (G2)</b>	57,6a ± 36,0	43,3
<b>Ovos + <i>Duddingtonia flagrans</i> (G3)</b>	75,4a ± 17,3	25,7
<b>Ovos + <i>P. chlamydosporia</i> + <i>D. flagrans</i> (G4)</b>	75,6a ± 30,5	25,5

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas não demonstram diferença  $p > 0,01$  – Tukey test.

## 6 DISCUSSÃO

A tabela 2 apresenta os resultados da ação dos fungos nematófagos sobre ovos da *Taenia saginata* após 15 dias de ensaio experimental. As reduções foram: G2 (43,3%), G3 (25,7%), e G4 (25,5%). A maior redução ovicida foi obtida no grupo G2, contendo o fungo *P. chlamydosporia*. Entretanto, no grupo composto pelo fungo do fungo *D. flagrans* (G3) que, apesar de ser menor em relação ao G2, apresentou redução.

Calazans et al. (2023) demonstraram em seu experimento resultados positivos ao utilizar o fungo *D. flagrans* em ovos de ciastomídeos (estrongilídeos), com posterior extração de larvas após 10 dias de coprocultura. O percentual de redução foi acima de 70%, independente da concentração de conídios utilizada e a média dos grupos

testados durante o experimento foi de 80,9%. Contudo, deve-se inferir a respeito da casca dos tipos distintos de ovos. Os ovos de *Taenia* spp. possuem dupla camada (lipídeos e proteínas) o que pode conferir “um meio mais rico” na produção de enzimas extracelulares e por isso uma diferença nos resultados. Por outro lado, os ovos de ciatostomíneos possuem camada simples e sua eclodibilidade no ambiente é em torno de até 72 horas.

Motta et al. (2022) avaliaram a ação ovicida do fungo *D. flagrans* sobre ovos de *Toxocara canis* (causador da toxocaríase em cães e larva migrans visceral em humanos), juntamente com desinfetantes químicos. Após 21 dias de reação, o grupo composto por ovos de *T. canis* e AC001 reduziu em 48,2% a quantidade de ovos no meio. Contudo, apesar dos maiores resultados serem nos grupos onde havia os desinfetantes sem a combinação com o fungo, sua ação ovicida não pode ser desconsiderada. Segundo Neves (2016) e Monteiro (2017) os ovos de *T. canis* possuem uma camada espessa, assim como os ovos de *T. saginata*, e são muito resistentes ao meio ambiente e conseguem manter sua viabilidade por vários meses, tornando-se um aspecto importante a ser considerado em relação ao controle.

Em seu estudo com o fungo *P. chlamydosporia*, Araújo et al (2010) avaliaram ação sobre ovos de *T. saginata*, e o VC4 apresentou todos os 3 tipos de efeito, porém o efeito 3 foi constatado em maior porcentagem (8%), caracterizando o seu modo de ação ovicida. Entretanto, no presente trabalho não foi avaliado a ação dos fungos em relação aos efeitos de tipo 1, 2 e 3, apenas se houve ou não redução dos ovos do parasito em estudo, o que justifica o distinto valor percentual obtido entre os estudos, apesar de serem o mesmo parasito e fungo.

Braga et al (2016) também analisou a atividade do fungo VC4 sobre ovos de *Contraecum pelagicum*, um parasita que, conforme Taylor (2017) também possui ovos esféricos e com casca espessa. Como resultado foi observado efeito do tipo 3 todas as concentrações testadas dos fungos, sendo a maior porcentagem encontrada nos grupos com 2.000 e 3.000 clamidósporos, respectivamente 45,3% e 46,2%, evidenciando novamente a atividade ovicida desse fungo. Contudo, os percentuais encontrados no presente estudo e explanados no grupo G1 (43,3%), composto pelo VC4 e *T. saginata*, aproxima-se do que foi encontrado por Braga et al (2016).

Em relação ao G4, grupo destinado a avaliação do sinergismo entre as duas espécies de fungo, o resultado foi inferior (25,5%) em relação ao grupo composto somente pelo fungo *P. chlamydosporia* - VC4 (43,3%). Houve estabilização desse

valor, não demonstrando diferença ( $p > 0,01$ ) em relação ao grupo G3 (25,7%), no qual havia apenas o fungo *D. flagrans* - AC001. Assim como visto em outros trabalhos na literatura, o fungo AC001 apresenta atividade ovicida contra outros parasitos, entretanto, seu percentual de redução é menor quando em comparação com o VC4.

Leva-se em consideração o modo de ação dos fungos para interpretação de tais resultados, ou seja, o VC4 atua potencialmente como ovicida e o AC001 como larvicida. Os valores apresentados neste trabalho confirmam suas características, entretanto, expõe que o AC001 também pode atuar como ovicida. É importante frisar que a morfologia dos ovos apresentados nos estudos é parecida com o ovo de *T. saginata*, possuindo paredes espessas e resistentes.

A atividade de controle biológico dos fungos nematófagos tem sido amplamente estudada e comprovada por diversos autores (Sobral *et al.* 2019). Entretanto, até o presente momento, este é o primeiro estudo que utiliza a ação de dois fungos com características distintas, a fim de avaliar se há ou não sinergismo entre as duas espécies para controle dos ovos do parasito *T. saginata*.

A utilização de mais de uma espécie de fungos nematófagos pode reduzir potenciais falhas que podem ocorrer quando utilizados sozinhos e, em contrapartida, ainda atuar como potencializador de determinada ação e/ou objetivo (Luns *et al.*, 2018). No presente trabalho, evidenciou-se que no grupo associado com os fungos VC4 e AC001 houve baixo percentual ovicida. A atividade sinérgica ou antagônica no presente estudo foi avaliada somente através do percentual de redução do grupo composto pelas duas espécies (G4 - 25,5%), valor este menor em relação aos demais grupos. Entretanto, como ainda houve redução de ovos no grupo, faz-se necessário a utilização de testes para a verificação de compatibilidade dos fungos (como confronto direto, testes de antibiose e metabólitos voláteis). Luns *et al.* (2018) cita que a compatibilidade do *D. flagrans* foi avaliada em laboratório, porém, com outro fungo (*Arthrobotrys robusta*), por meio dos testes citados anteriormente. Como resultado sugeriu-se que houve competição (antagonismo) entre as duas espécies.

Vale ressaltar que o *D. flagrans* e a *P. chlamydosporia* são dois fungos com atividade comprovadamente distintas e isso tornaria sua utilização uma promissora proposta no controle da *T. saginata* ou outros parasitas. A destruição dos ovos de *T. saginata*, predominantemente presentes no solo, assim como os fungos, torna-se um meio eficaz de interrupção do seu ciclo de vida, visando o controle dessa parasitose e sendo uma medida alternativa que pode ser empregada no ambiente (Araújo *et al.*,

2010; Silva *et al.* 2015). Dessa forma, a proposta o uso de fungos como controladores biológicos baseia-se no fato de estarem presentes no solo, como esporos de resistência na forma de clamidósporos e/ou conídio.

A *T. saginata* é um parasito zoonótico, de origem alimentar, que possui como hospedeiro definitivo o ser humano. Representa riscos para a saúde do hospedeiro além de negativos resultados socioeconômicos. A educação sanitária por meio da intervenção de órgãos sanitários, a construção de redes de esgoto evitando a contaminação de fontes de água e, em contrapartida, ingestão de água tratada ou fervida tem papel fundamental para o controle dessa infecção. Além disso, o consumo de carne de boa procedência juntamente com a inspeção e fiscalização de matadouros e o tratamento correto para as carcaças com cisticercos contribuem para o controle da transmissão (Neves, 2016; Eichenberger *et al.*, 2020; Rahman *et al.*, 2023).

## **7 CONCLUSÃO**

Neste trabalho foi evidenciado a ação dos fungos VC4 e AC001 sobre ovos de *T. saginata* após 15 dias de interação e sua associação *in vitro*, podendo contribuir para futuros outros delineamentos experimentais além da verificação em laboratório da compatibilidade dos fungos, visando o controle parasitário na saúde única.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aquino F.M. de, Soares V.E, Rossi G. A. M., Danin L. A. C., Nicaretta J. E., Bastos T. de S.A., Cruvinel L. B., Felippelli G., Cruz B. C., Maciel W. G., Gomes L. V. C., Lopes W. D. Z. (2017) Analysis of bovine cysticercosis in the state of Goiás, Brazil and economical losses for beef farms. **Parasitology Open**. 2017; 3:e12. doi:10.1017/pao.2017.13

Araújo F.R. de, Santos L.R. dos, Areco A. E. T., Mantovani C., Rieger J. da S. G., Borges F. de A., Favacho A. R. de M., Lopes W. D. Z., Cançado P. H. D., Nakatani M. T. M. (2023) Cisticercose bovina no Brasil : velho problema, novos desafios – Campo Grande, MS : **Embrapa Gado de Corte**, 2023. PDF (17 p.) : il, color. – (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X ; 309).

Araújo J.M., Braga F.R., Araújo J.V., Benjamin L.A. (2010) The ovicidal activity of fungi *Pochonia chlamydosporia* and *Paecilomyces lilacinus* on *Taenia saginata* eggs in laboratory trial. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, 2010; 69(2):165-9.

Braae U. C., Thomas L. F., Robertson L. J., Dermauw V., Dorny P., Willingham A. L., Saratsis A., Devleeschauwer B. (2018) Epidemiology of *Taenia saginata* taeniosis/cysticercosis: a systematic review of the distribution in the Americas. **Parasites Vectors** 11, 518. doi.org/10.1186/s13071-018-3079-y

Braga F. R., Araújo J. V., Silva A. R., Carvalho R. O., Araujo J. M., Campos A. K., Tavela A. O. (2009). Ação in vitro dos fungos nematófagos *Duddingtonia flagrans* (Duddington, 1955), *Monacrosporium thaumasium* (Drechsler, 1937) e *Pochonia chlamydosporia* (Gams & Zare, 2001) sobre ovos de *Eurytrema coelomaticum* (Giard & Billet, 1892). **Arquivos Do Instituto Biológico**, 76(1), 131–134. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v76p1312009>

Braga F. R., Soares F. E. de F., Senna T., Aype T. de H., Fonseca L. A. da, Lacerda T., Aguiar A. R., Mayorga L. F., Araújo J. V. de. (2016). Effect of the Fungus *Pochonia chlamydosporia* **Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci**. 5(3): 836-843. doi: <http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2016.503.097>



Braga F. R., Souza R. L. O., Ferraz C. M., Tobias F. L., Figueiredo M. R. P. de, Neves F. L., Bitencourt L. L., Lima D. V. de. (2022) Utilização de fungos nematófagos no controle biológico das parasitoses que acometem bovinos em propriedade rural do Espírito Santo. Congresso Capixaba de Pesquisa Agropecuária (1. : 2021 : Vitória, ES) Anais 2021. **Incaper**, 2022. 284 p. : color. PDF ; 25,4 MB. - (Incaper, Documentos, 289)

BRASIL. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA (2020). **Alteração de tratamento das carcaças com achados de cisticercose bovina**. Comunicado Técnico Edição 28/2020 - 05 de Outubro. Disponível em: <<https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/artigostecnicos/sut.cisticercose.comunicado.tecnico.05out2020.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2023.

Bucur I., Gabriël S., Damme I. V., Dorny P., Johansen M. V. (2019) Survival of *Taenia saginata* eggs under different environmental conditions. **Veterinary Parasitology**, Volume 266, Pages 88-95, ISSN 0304-4017. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.12.011>

Calazans F. B., Ferraz C. M., Ferreira T. S., Santos P. H. D. dos, Assis J. P. B. de, Alvares F. B. V., Araújo J. V. de, Souza D. C., Soares F. E. de F., Vilela V. L. R., Braga F. R. (2023). Avaliação do fungo *Duddingtonia flagrans* e hipoclorito de sódio a 5% sobre a eclodibilidade de ovos de ciatostomíneos. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, 17(4), 225–229. <https://doi.org/10.26605/medvet-v17n4-6042>

Chai J.Y. (2013) Praziquantel treatment in trematode and cestode infections: an update. **Infect Chemother**. Mar;45(1):32-43. doi: 10.3947/ic.2013.45.1.32. Epub 2013 Mar 29. PMID: 24265948; PMCID: PMC3780935.

Chai J.Y., Jung B.K., Hong S.J. (2021) Albendazole and Mebendazole as Anti-Parasitic and Anti-Cancer Agents: an Update. **Korean J Parasitol**. Jun;59(3):189-225. doi: 10.3347/kjp.2021.59.3.189. Epub 2021 Jun 21. PMID: 34218593; PMCID: PMC8255490.

Chieffi P.P., Santos S.V. (2020) Teníase – cisticercose: uma zoonose negligenciada. **Arq Med Hosp Fac Cienc Med Santa Casa São Paulo**. 2020; 65:e48. doi: doi.org/10.26432/1809-3019.2020.65.048

Conceição J. R. da, Lopes C. P. G., Ferreira E. I., Epiphanyo S., Giarolla J. (2022) Neglected tropical diseases and systemic racism especially in Brazil: from socio-economic aspects to the development of new drugs. **Acta Tropica**, Volume 235, 2022, 106654, ISSN 0001-706X, <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106654>.

Eichenberger R.M., Thomas L.F., Gabriël S. Bobić B., Devleeschauwer B., Robertson L. J., Saratsis A., Torgerson P. R., Braae U. C., Dermauw V., Dorny P. (2020) Epidemiology of *Taenia saginata* taeniosis/cysticercosis: a systematic review of the distribution in East, Southeast and South Asia. **Parasites Vectors** 13, 234. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04095-1>

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Nematóides**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/manejo/fitossanidade/nematoides>>. Acesso em: 06 jan. 2024.

Fonseca J. dos S., Ferreira V.M., Freitas S.G. de, Vieira Í.S., Araújo J.V. de. (2022) Efficacy of a Fungal Formulation with the Nematophagous Fungus *Pochonia chlamydosporia* in the Biological Control of Bovine Nematodiosis. **Pathogens** 2022, 11, 695. <https://doi.org/10.3390/pathogens11060695>

Iza S. N., Iza J. A., Porrás-Villamil J. F., Olivera M. J. (2020). Human taeniasis infection (*Taenia saginata*): a complex public health problem. **Case report. Case reports**, 6(1), 8-16. <https://doi.org/10.15446/cr.v6n1.81343>

Li S., Wang D. Gong J. Zhang Y. (2022) Individual and Combined Application of Nematophagous Fungi as Biological Control Agents against Gastrointestinal Nematodes in Domestic Animals. **Pathogens**, 11,172. <https://doi.org/10.3390/pathogens11020172>

Liu X., Chang F., Zhao T., Huang H., Li F., Wang F., Wang B., Wang F., Liu Q., Luo Q., Cai K., Zhong R. (2020) Biological control of sheep gastrointestinal nematode in three feeding systems in Northern China by using powder drug with nematophagous fungi, **Biocontrol Science and Technology**, 30:7, 701-715, DOI: [10.1080/09583157.2020.1765981](https://doi.org/10.1080/09583157.2020.1765981)

Luns F. D., Assis R. C. L., Silva L. P. C., Ferraz C. M., Braga F. R., Jackson Victor de Araújo J. V. de (2018) Coadministration of Nematophagous Fungi for Biological Control over Nematodes in Bovine in the South-Eastern Brazil. **BioMed Research International**, vol. 2018, Article ID 2934674, 6 pages, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/2934674>

Mascarenhas, N. M. H. (2023). Complexo teníase-cisticercose e sua implicação para pecuária e saúde pública. **Nativa**, 11(3), 422–430. <https://doi.org/10.31413/nat.v11i3.14459>

Mendlovic F., Fleury A., Flisser A. (2020) Zoonotic Taenia infections with focus on cysticercosis due to *Taenia solium* in swine and humans. **Research in Veterinary Science**. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.11.015>

Monteiro, S. G. **Parasitologia na medicina veterinária**. 2º ed. – Rio de Janeiro: Roca, 2017. 370 p. ISBN: 9788527731942

Motta C. P., Ferraz C. M., Soares F. E. F., Ferreira T. S., Stabenow R. d S., Araújo J. V, Tobias F. L., Rossi G. A. M., Feitosa T. F., Vieira G. S., Vilela V. L. R., Braga F. R. (2022) Ovicidal Activity of Chemical Disinfectants and the Nematophagous Fungus *Duddingtonia flagrans* and *Toxocara canis*. **Adv Biotech & Micro**. 17(1): 555952 DOI: [10.19080/AIBM.2022.17.555952](https://doi.org/10.19080/AIBM.2022.17.555952)

Mwasunda J. A., Irunde J. I., Kajunguri D., Kuznetsov D. (2022) Optimal control analysis of *Taenia saginata* bovine cysticercosis and human taeniasis, **Parasite Epidemiology and Control**, Volume 16, 2022, e00236, ISSN 2405-6731. <https://doi.org/10.1016/j.parepi.2021.e00236>

Mwasunda J.A., Irunde J.I., Kajunguri D., Kuznetsov D. (2021) Modeling and analysis of taeniasis and cysticercosis transmission dynamics in humans, pigs and cattle. **Adv Differ Equ** 2021, 176. <https://doi.org/10.1186/s13662-021-03341-9>

NEVES, D. P. **Parasitologia humana**. 13<sup>o</sup> ed. – Rio de Janeiro: Atheneu, 2016, 588 p. ISBN: 9788538807155

Pereira P. D., Sperandio N. do C., Cassani L. S., Almeida A. F. M. de, Martins I. V. F. (2022) O papel da educação na prevenção das parasitoses intestinais humanas, cap. 3, pág. 47. **Tópicos Especiais em Ciência Animal XI**. Alegre, ES: CAUFES, 2022. 412p.

Rahman S.U., Rehman H.U., Rahman I.U., Khan M.A., Rahim F., Ali H., Chen D., Ma W. (2023) Evolution of codon usage in *Taenia saginata* genomes and its impact on the host. **Front. Vet. Sci.** 9:1021440. doi: 10.3389/fvets.2022.1021440

RANG, H. P. et al. **Rang&Dale farmacologia**. 8<sup>o</sup> ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2016, 784 p. ISBN 9788535283433.

Roque F. L., Silva Filho G. M., Oliveira C. S. M., Rodrigues J. A., Feitosa T. F., Braga F. R., Araújo J. V., Vilela V. L. R. (2023). Avaliação do fungo *Duddingtonia flagrans* (Bioverm®) sobre ovos de *Ascaris suum* e larvas infectantes de *Oesophagostomum* spp. e *Hyostrogylus rubidus* de suínos. Semina: **Ciências Agrárias**, 44(4), 1587–1596. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2023v44n4p1587>

Rossi G.A.M., Van Damme I., Gabriël S. (2020) Systematic review and meta-analysis of bovine cysticercosis in Brazil: current knowledge and way forward. **Parasites Vectors** 13, 92. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-3971-0>

Santana A. R. S., Sousa J. P. S. de, Santos P. A. M. dos, Alexandre K. V., Rabelo L. M., Rodrigues G. M. M. (2021). Diferenças existentes entre cisticercose e teníase. Quais os danos dessas duas doenças nas crianças?. **Revista Sustinere**, 9(2), 716–730. <https://doi.org/10.12957/sustinere.2021.57722>

Santos A. M. M. dos, Souza L. M. de, Silva J. F. da, Costa C. dos S. R., Coutinho F. P., Costa, K. D. da S., Araújo B. G. P. (2020). Parasitismo in vitro de *Meloidogyne javanica* por fungos nematófagos / In vitro parasitismo of *Meloidogyne javanica* by nematophagous fungi. **Brazilian Journal of Development**, 6(12), 100602–100616. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-523>

Silva J. R. da, Oliveira L. L. de. O complexo teníase-cisticercose e a saúde pública. (2023) **Saúde pública em pauta: conhecimentos e inovações** – vol. 2, cap. 6, pág. 87-93. ISBN 978-65-5360-437-7 - Vol. 2 - Ano 2023

Silva L. R. da, Rutcoski V. M., Bavaresco K. C., Alves B. F., Daneluz M. O., Schneider M., Wurfel S. de F. R. (2022) Complexo teníase-cisticercose: uma breve abordagem sobre a doença. **Anais de Medicina Veterinária**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 17 - 20, nov. 2022. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/anais/index.php/veterinaria/article/view/445>>. Acesso em: 18 dez. 2023.

Silva M. E. da ., Braga F. R., Borges L. A., Oliveira P. de ., Lima W. dos S., Araújo J. V. de. (2015). Producción de conidios y clamidosporas de los hongos *Duddingtonia flagrans* y *Monacrosporium thaumasium* en diferentes medios sólidos. **Arquivos Do Instituto Biológico**, 82, 1–5. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000942013>

Soares F. E. de F., Sufiate B. L., Queiroz J. H. de. (2018) Nematophagous fungi: Far beyond the endoparasite, predator and ovicidal groups, **Agriculture and Natural Resources**. Volume 52, Issue 1, Pages 1-8, ISSN 2452-316X, <https://doi.org/10.1016/j.anres.2018.05.010>.

Sobral S. A., Ferreira B. S., Senna C. C., Ferraz C. M., Moreira T. F., Fidelis O. L., Hiura E., Tobias F. L., Machado R. Z., Araújo J. V. de., Braga F. R.. (2019). *Rhabditis* spp., in the Espírito Santo, State of Brazil and evaluation of biological control. **Revista Brasileira De Parasitologia Veterinária**, 28(2), 333–337. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612019020>

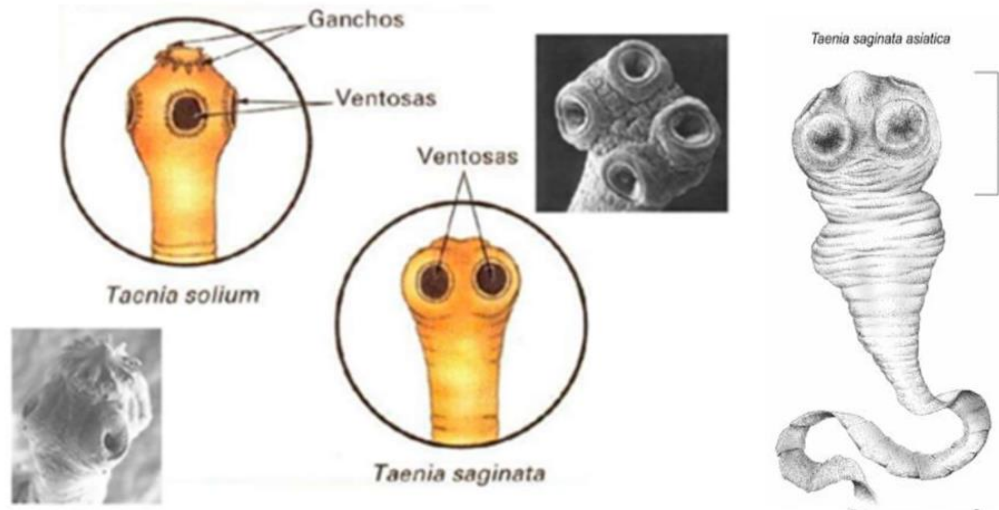
Symeonidou I., Arsenopoulos K., Tzilves D., Soba B., Gabriël S., Papadopoulos E. (2018) Human taeniasis/cysticercosis: a potentially emerging parasitic disease in Europe. **Ann Gastroenterol.** Jul-Aug;31(4):406-412. doi: 10.20524/aog.2018.0260

Taylor, M. A. **Parasitologia veterinária.** 4<sup>o</sup> ed. – Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2017. 1052p. ISBN: 9788527732109

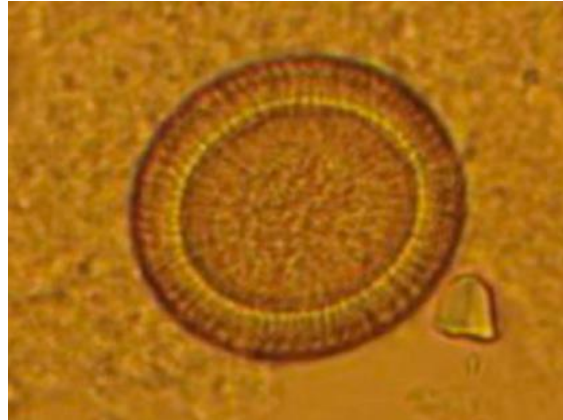
Teixeira P. A., Fantinatti M., Gonçalves M. P., Silva J. S. da. (2020). Intestinal parasites and basic sanitation in Brazil: an integrative review study. **Brazilian Journal of Development**, 6(5), 22867–22890. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-006>

Weatherhead J.E., Gazzinelli-Guimaraes P., Knight J.M., Fujiwara R., Hotez P.J., Bottazzi M.E., Corry D.B. (2020) Host Immunity and Inflammation to Pulmonary Helminth Infections. **Front. Immunol.** 11:594520. doi: 10.3389/fimmu.2020.594520

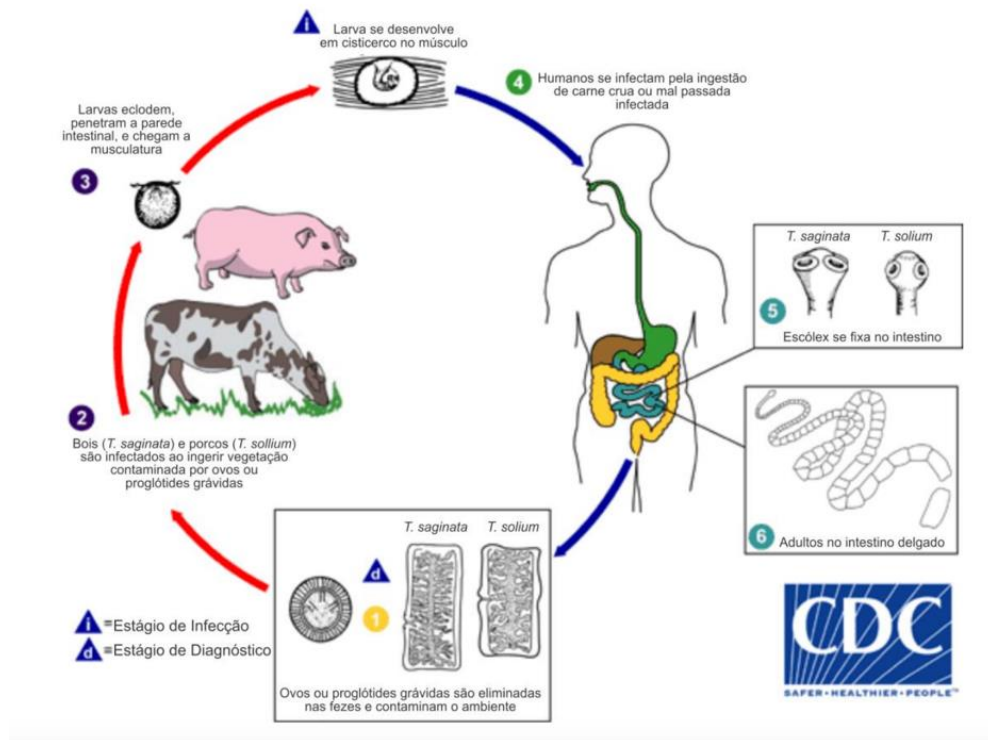
## 9 ANEXOS



**Figura 1.** Morfologia dos diferentes tipos de *Taenia* spp.  
(Fonte: Mascarenhas, 2023; Santana *et al.*, 2021).



**Figura 2.** Ovo de *Taenia* spp.  
(Fonte: Symeonidou *et al.*, 2018).



**Figura 3.** Ciclo de vida da *T. solium* e *T. saginata*.  
(Fonte: BRASIL, 2020).