

Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2021; 11:1-14. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2021.3>
Artigo Original. Recebido: 03/09/2020. Aceito: 21/12/2020. Publicado: 17/01/2021. Chave:2020-38.

Avaliação de extratos vegetais para o controle de *Oesophagostomum dentatum* em porcos mexicanos sem pêlo

Plant extracts evaluation for the control of *Oesophagostomum dentatum* in Mexican hairless pigs

García-Munguía Carlos¹ID, Puentes Carolina¹ ID, García-Munguía Alberto^{*2} ID, Haubi-Segura Carlos² ID, Sánchez-Chiprés David³ ID, García-Munguía Otilio⁴ ID

¹Departamento de Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guanajuato. Carretera Irapuato-Silao km 9, CP 36500 Irapuato, Guanajuato, México. ²Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Av Universidad 940, col. Ciudad Universitaria, CP 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, México. ³Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Camino Ramón Padilla Sánchez 2100 Nextipac, 45200 Zapopan, Jalisco, México, ⁴Centro de Ciencias Económico Administrativas, Av Universidad 940, col. Ciudad Universitaria, CP 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, México. *Autor responsável: García-Munguía Carlos, *Autor para correspondência: García-Munguía Alberto, correo electrónico. almagamu@hotmail.com. cagamu@hotmail.com, puentecaro@hotmail.com, almagamu@hotmail.com, dhaubi@yahoo.com. chipres9@hotmail.com, einsteinoti@hotmail.com

RESUMO

No México, *Oesophagostomum dentatum* é considerado um dos principais endoparasitas gastrointestinais que afetam a raça mais importante na suinocultura rural, porco mexicano sem pêlo [Cerdo Pelón Mexicano (CPM)]. Nesta pesquisa, foi avaliada a eficácia biológica *in vitro* dos extratos vegetais de gengibre, hortelã-pimenta, tomilho e orégano, com o objetivo de encontrar novas alternativas naturais para o controle de *Oesophagostomum dentatum*; sua eficiência sendo comparada com ivermectina (IVM) e dimetilsulfóxido (DMSO). Durante a investigação, foram coletadas 380 amostras de excretas (extraídas diretamente do ânus) de CPM, com peso médio (\pm DP) de 40 ± 5 kg por animal. Essas amostras foram analisadas pela técnica de McMaster, identificando ovos de *Oesophagostomum dentatum*. A avaliação da eficácia dos tratamentos foi realizada em microplacas de cultura de células incubadas por 48h a 25 ± 1 °C utilizando diferentes doses dos extratos vegetais e comparando sua eficácia de controle com IVM e DMSO. Obtenção de que a eficácia biológica do extrato de gengibre (3%) é semelhante à do IVM (1%), conseguindo a eliminação e imobilização da larva de *Oesophagostomum dentatum* em 62%. Já os extratos de orégano, tomilho e hortelã apresentaram um percentual de eficácia biológica inferior a 20%.

Palavras-chave: parasitas, nematóides, gastrointestinal, *Sus scrofas domesticus*, gengibre.

ABSTRACT

In Mexico, the *Oesophagostomum dentatum* is considered one of the main gastrointestinal endoparasites affecting the most important breed in rural pig farming, the hairless pig [Cerdo Pelon Mexicano (CPM)]. In this research, it was evaluated the *in vitro* biological efficacy of vegetable extracts of ginger, mint, thyme and oregano, with the aim of finding new natural alternatives for the control of *Oesophagostomum dentatum*; being compared its efficiency with ivermectin (IVM) and dimethylsulfoxide (DMSO). During the investigation, 380 samples of excrements (extracted directly from the anus) of CPM were collected, with an average weight (\pm SD) 40 ± 5 kg per animal. These samples were analyzed by means of McMaster technique, achieving to identify *Oesophagostomum dentatum* eggs. The evaluation of the treatments' effectiveness was carried out in cell culture microplates incubated for 48 h at 25 ± 1 °C using different doses of the vegetable extracts and comparing their control effectiveness with IVM and DMSO. Obtaining that the

biological effectiveness of the ginger extract (3%) is similar to that of the IVM (1%), achieving the elimination and immobilization of the *Oesophagostomum dentatum* larva in 62%. While the extracts of oregano, thyme and mint presented a percentage of biological effectiveness of less than 20%.

Keywords: parasites, gastrointestinal, nematodes, *Sus scrofa domestica*, ginger.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, no México, a produção de suínos gerou mais de 350.000 empregos diretos e 1,7 milhões de empregos indiretos, causando um crescimento exponencial de 10,79%, em consequência dos aumentos de produção e da melhoria dos preços no mercado de consumo desta carne (Rebollar *et al.*, 2016). Uma das atividades mais importantes do país é a suinocultura rural, sendo o porco mexicano sem pêlo (CPM) um de seus principais protagonistas, já que se caracterizou principalmente por sua rusticidade e alimentação variada (Lemus e Ly, 2010) de produção é afetada pela presença de parasitas que limitam o potencial produtivo dos suínos, causando perda de apetite e resposta imune; conseqüentemente, diminuição do peso vivo e alteração das taxas de conversão alimentar (Louie *et al.*, 2007).

É importante destacar que a prevalência de parasitoses depende exclusivamente do sistema de manejo, das condições de saneamento e higiene e de diferentes tipos de variáveis, como clima, temperatura e umidade, que influenciam os ciclos de vida de parasitas (Frontera *et al.*, 2009); onde um dos parasitas com maior prevalência na produção de suínos é o *Oesophagostomum dentatum* (Cordero *et al.*, 2000). Atualmente os métodos de controle escolhidos para esse tipo de parasitose têm se mostrado cada vez menos eficazes, pois esses nematóides tiveram rápida evolução e desenvolvimento de resistência aos produtos químicos usados para seu controle, o que representa um risco para a saúde humana (Taylor *et al.*, 2009^a). Atualmente, três grandes famílias de antiparasitários são frequentemente utilizadas por criadores de suínos, lactonas macrocíclicas (IVM, moxidectina, doramectina), imidazol, tetrahidropirimidina (levamisol, moratel) e benzimidazol (fenbendazol, oxfendazol e albendazol), dependendo das áreas em que a produção é desenvolvido (Encalada *et al.*, 2014). O abuso desses produtos químicos tem causado um problema de resistência aos antiparasitários (Kaplan e Vidyashankar, 2012), além disso, seu uso incorreto pode fazer com que eles entrem no ambiente como um composto igual (inalterado) ou como um metabólito; para posteriormente ser transportado e distribuído na água, sedimentos, solo e flora (Horvat *et al.*, 2012), causando alterações consideráveis no ecossistema.

Por esse motivo, há um interesse crescente em explorar alternativas naturais, com propriedades capazes de atuar como bacteriostáticos, bactericidas e antiparasitários (Aguilera, 2012). As plantas, como parte de seu metabolismo, sintetizam diferentes componentes chamados metabólitos secundários (Dávila *et al.*, 2017). Diversas investigações realizadas têm mostrado uma grande diversidade de plantas que possuem esses metabólitos capazes de inibir o crescimento e o desenvolvimento de patógenos (Rizo *et al.*, 2017).

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia biológica de diferentes extratos vegetais, tais como: gengibre (*Zingiber officinale*), orégano (*Origanum vulgare*), tomilho (*Thymus*) e hortelã-pimenta (*Mentha spicata*); relatado anteriormente por seus compostos ativos capazes de atuar como bactericidas; comparando-os com produtos comerciais que são usados atualmente para o controle do *Oesophagostomum dentatum* presente no CPM.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo: o estudo foi realizado no Centro de Conservação do Porco sem Pêlo Mexicano e no Laboratório de Parasitologia e Controle Biológico, da Divisão de Ciências da Vida da Universidade de Guanajuato. As amostras foram coletadas da CPM, com pesos médios de 40 ± 5 kg, provenientes de áreas rurais dos municípios de Huehuetla, Hidalgo e Zacapoaxtla, Puebla, México. Um total de 380 amostras retiradas do reto foram coletadas e colocadas em sacos de polietileno devidamente identificados (Aguilar *et al.*, 2016). Estes foram transferidos para o laboratório, onde foram armazenados a uma temperatura de 4 ± 1 °C até o processamento, que não ultrapassou 48 h.

Material vegetal: Folhas frescas de hortelã (*Mentha spicata*), tomilho (*Thymus*) e orégano (*Origanum vulgare*) (aproximadamente 1kg por amostra) foram coletadas no município de Zacapoaxtla, Puebla, localizado a uma altitude de 1825 m. s.n.m., bem como bulbos de gengibre (*Zingiber officinale*) (aproximadamente 2 kg) no município de Huehuetla, Hidalgo, localizado a uma altitude de 520 m. s. n. m. O material foi armazenado e transferido sob refrigeração a 4 °C em minigeladeira portátil (Chefman/RJ48-BLACK; Cooling & Heating Company, Estados Unidos), para evitar alterações em sua composição (Salem *et al.*, 2006). Posteriormente, foram submetidos a um processo de secagem à sombra por uma semana, e por fim tanto as folhas quanto os bulbos foram triturados em moinho semi-industrial até o tamanho de aproximadamente 1 mm.

Obtenção do extrato hidroalcoólico (HA): Foram utilizados 100 g para cada amostra e submetidas a um processo de maceração com mistura de água e metanol (70:30 v/v) por 24 h, em seguida a solução foi filtrada por diferentes filtros, utilizando (gaze e papel filtro) para obter um extrato livre de impurezas. Uma vez obtido o extrato, este foi congelado a -42 °C e por fim foi realizado o processo de liofilização (liofilizador 7670520; LABCONCO, Kansas City, Estados Unidos). O extrato liofilizado foi congelado para uso posterior (Salem *et al.*, 2006).

Material biológico: O diagnóstico parasitológico foi feito pela técnica de armazenamento anaeróbio de ovos, descrita por (Coles *et al.*, 2006) modificado; que consiste em processar as amostras utilizando a técnica de sedimentação encontrada no conteúdo fecal e permitir que os ovos do parasita se concentrem no fundo do tubo do falcão. Assim, 30 mL de água e 4 g de fezes foram colocados em cada tubo falcon, a amostra foi homogeneizada, despejada em uma peneira e centrifugada por 5 min a 300 rpm.

Posteriormente, foi realizada a técnica de flotação com 30 mL de solução glicosada com densidade de 1: 200 (Cringoli *et al.*, 2004); conseguindo desta forma que os ovos do parasita no fundo do tubo falcon flutuem devido à densidade da solução; a mistura foi novamente centrifugada durante 5 min a 300 rpm. Por fim, a técnica de sedimentação foi realizada novamente com 30 mL de água destilada para concentrar os ovos no fundo do tubo, centrifugando a 300 rpm e estabelecendo a concentração de ovos por mL de água destilada esterilizada.

Técnica de McMaster: Foi realizada a técnica coproparasitológica de McMaster, utilizando uma solução saturada de Sheather com gravidade específica de 1.200 para estimar a quantidade de ovos por g de excremento, sendo a gravidade adequada para a realização da técnica (Cringoli *et al.*, 2004). Foram utilizados 2 g de excremento e 28 mL de solução saturada; A amostra foi homogeneizada e colocada na câmara McMaster (MM-OP; PROLAB, Jalisco, México), utilizando-se uma pipeta com gaze como filtro, evitando obstruções na revisão da amostra. O volume necessário para a realização da leitura foi colocado em um dos lados da câmara, deixando-o repousar por 2 min antes de ser observado ao microscópio e realizar a contagem de ovos (Rodríguez *et al.*, 2016).

Para estimar o número de ovos por g de excremento, ajustou-se o volume total obtido da mistura do excremento com a solução de 30 mL; considerando que cada compartimento da câmara mede 1 cm² com altura de 0,15 cm, portanto a leitura de ambos os compartimentos é de 0,30 mL do volume inicial total de 30 mL (Rodríguez *et al.*, 2016). A concentração de ovos por g de fezes do parasita encontrada foi obtida por meio da fórmula de McMaster (Bowman, 2013).

$$\text{Total} \left(\frac{n^{\circ} \text{ de ovos}}{g \text{ de fezes}} \right) = \frac{\text{ovos contados} \times \left(\frac{\text{Vol. total}}{\text{Vol. células}} \right)}{g \text{ de fezes}}$$

Os ovos do parasita foram identificados com as chaves morfológicas (Coffin, 1952), e o diagnóstico larval foi feito com as chaves morfológicas de Van Wyk *et al.*, (2004), podendo-se observar na extremidade cranial das larvas, os apêndices terminais e a morfologia da cauda.

Desenho experimental: O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado com 19 tratamentos de 20 repetições cada, totalizando 380 unidades experimentais; Cada unidade experimental consistiu de 1200 µL (1100 µL de extrato de gengibre mais 100 µL de solução com 70 larvas de nematóides). Cada unidade experimental foi composta por um total de 100 µL de nematóides vivos (com média de 70 larvas).

Teste de inibição da migração larval: uma cultura larval foi realizada para levar os nematóides ao terceiro estágio da larva. Para isso, foram fornecidas as condições necessárias para a eclosão do ovo, fazendo modificações à técnica de [McArthur et al., \(2015\)](#). Os excrementos foram colocados em recipientes plásticos perfurados, para proporcionar um ambiente aeróbio, foi adicionada serragem estéril e os excrementos foram homogeneizados com adição de água destilada estéril. A mistura foi percorrida a 23-25 °C por 10 d, com avaliação visual diária caso fosse necessária a adição de umidade e oxigenação das amostras, agitando a cultura com o auxílio de uma espátula. Concluído o tempo de incubação, a cultura foi colocada em funil Baermann; desta forma, as larvas de *Oesphagostomum dentatum* foram separadas do conteúdo fecal. Após um dia no funil, o líquido foi obtido e as larvas foram concentradas por centrifugação, para posteriormente realizar suas contagens e diluições, sendo identificadas com as chaves morfológicas descritas por [Quiroz \(2011\)](#).

Taxas de aplicação e números: As avaliações foram feitas com doses de extrato de gengibre (*Zingiber officinale*) a 0,1%, 0,3%, 0,5%, 0,7%, 0,9%, 1%, 3% ([Gawel et al., 2003](#)); orégano (*Origanum vulgare*) a 1%, 3% e 5%, conforme citado por Borbolla e Velásquez, 2004 (citado em [Guerra et al., 2008](#)); tomilho (*Thymus vulgaris*) a 1%, 3% e 5% ([Ramos e Hernández, 2018](#)); hortelã-pimenta (*Mentha spicata*) a 1%, 3% e 5% ([Lagarto et al., 1997](#)); comparando o efeito de cada um com o controle de água, DMSO 5% ([Rendal et al., 2004](#)) e IVM a 1% ([Chávez et al., 2006](#)).

Para a diluição dos nematóides, foi utilizada uma pipeta graduada em 100 µL, com a qual foi extraída a amostra coletada do funil, depositada em cada poço da microplaca celular de 1200 µL de volume, uma amostra de 100 µL de nematóides; repetir o mesmo procedimento para cada unidade experimental. Para as unidades experimentais dos extratos dos tratamentos orgânicos a serem avaliados, foi utilizada uma solução estoque de extrato a 5% (equivalente a 2 mL de extrato + 38 mL de água destilada = 40 mL de solução); calculando assim os equivalentes a cada percentual mencionado acima para cada unidade experimental de acordo com seu percentual de inclusão.

Para a diluição de cada dose de tratamento, foi depositada a quantidade necessária de água destilada para completar o volume de 1200 µL, em cada unidade experimental. O tratamento controle foi adicionado com 100 µL de nematóides e um total de 1100 µL de água destilada.

Durante o experimento, foi realizada uma única aplicação dos antiparasitários e, com o auxílio de um contador manual, os nematóides vivos e mortos de cada unidade experimental foram contados em microscópio com objetiva de 10x e 40x.

Análise estatística: Para a avaliação de cada antiparasitário, foi determinada sua eficácia, comparando-o com o grupo controle ([Barrere et al., 2013](#)). As porcentagens de mortalidade foram ajustadas com a fórmula de Abbott ([Abbott, 1987](#)), e foi realizada uma análise de variância dos diferentes tratamentos e uma comparação de médias por meio do teste de Tukey com 95% de confiança, com o pacote estatístico Statgraphics 9.0 ([Cosialls et al., 2000](#)).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

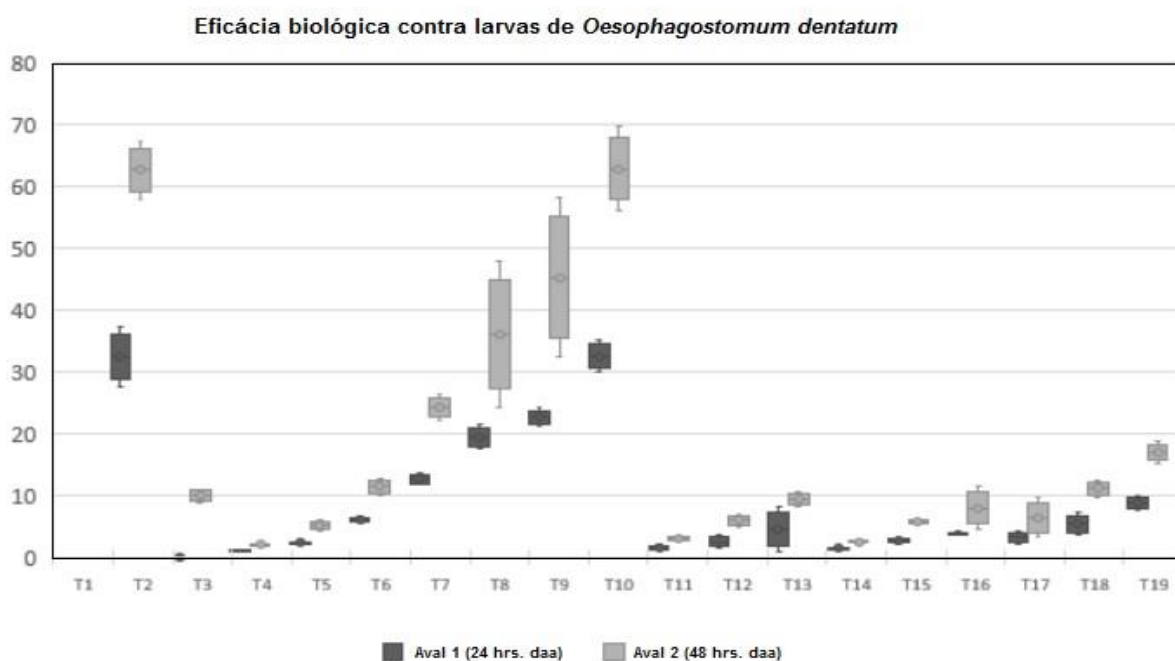
A porcentagem de eficácia biológica dos diferentes antiparasitários avaliados foi a seguinte: primeira avaliação (0 h), foi de 0% em cada tratamento; esta por ser a primeira contagem após a aplicação. Para a segunda avaliação (24 h após a aplicação dos tratamentos), não foram demonstradas diferenças significativas na mortalidade de nematóides entre os tratamentos avaliados. Na terceira avaliação (48 h após a aplicação dos tratamentos), observou-se que o percentual de eficácia biológica dos diferentes tratamentos aumentou. No entanto, IVM (1%) e extrato de gengibre (*Zingiber officinale*) (3%) foram os que apresentaram maior eficácia no controle de *Oesophagostomum dentatum* (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de Efecácia Biológica dos vermífugos e extratos vegetais avaliados

Vermífugo	% Inclusão	Avalidação 1 (0 horas)	Avalidação 2 (24 horas)	Avalidação 3 (48 horas)
		%		
T ₁ : Controle H ₂ O	---	0	0	0
T ₂ : Ivermectina	1	0	32.56	62.72
T ₃ : DMSO	5	0	0	10.02
T ₄ : Gengibre	0.1	0	1.19	2.08
T ₅ : Gengibre	0.3	0	2.37	5.19
T ₆ : Gengibre	0.5	0	6.15	11.46
T ₇ : Gengibre	0.7	0	12.74	24.27
T ₈ : Gengibre	0.9	0	19.54	36.09
T ₉ : Gengibre	1	0	22.69	45.36
T ₁₀ : Gengibre	3	0	32.54	62.93
T ₁₁ : Hortelã	1	0	1.67	3.04
T ₁₂ : Hortelã	3	0	2.54	5.98
T ₁₃ : Hortelã	5	0	4.66	9.53
T ₁₄ : Tomilho	1	0	1.49	2.49
T ₁₅ : Tomilho	3	0	2.71	5.80
T ₁₆ : Tomilho	5	0	3.85	8.03
T ₁₇ : Orégano	1	0	3.29	6.48
T ₁₈ : Orégano	3	0	5.48	11.18
T ₁₉ : Orégano	5	0	8.80	17.02

A Figura 1 mostra que a eficácia biológica do extrato de gengibre (*Zingiber officinale*) (3%) é semelhante à do IVM (1%), em 62%. Este extrato tem um crescimento exponencial de 26,76% em média conforme seu percentual de concentração aumenta; já os extratos de orégano (*Origanum vulgare*), tomilho (*Thymus*) e hortelã (*Mentha spicata*), mantêm um percentual de eficácia biológica inferior a 20%; sendo estes pouco efetivos na mortalidade do nematóide avaliado. Conforme relatado por um estudo de [Taylor et al. \(2009^a\)](#), foi verificada uma resistência múltipla de nematóides gastrointestinais às principais famílias de antiparasitários (benimidazóis, imidazóis e lactose microcíclica).

Geurden *et al.* (2015), relataram que o IVM tem sido um dos vermífugos mais utilizados nos últimos 40 anos, devido à resistência que os parasitas desenvolvem em diferentes locais da Alemanha, França, Inglaterra e Itália. Foram estudadas 40 Unidades de Produção Animal (753 animais), mantendo registro dos ovos observados nas fezes e constatando diminuição da eficácia da MIV e da moxidectina nas 8 Unidades de Produção Animal.



daa: dias após a aplicação

Figura 1. Porcentagem de Eficácia Biológica de cada vermífugo usado nas las larvas de *Oesophagostomum dentatum* durante a avaliação 1 (24 h após aplicação do tratamento) e na avaliação 2 (48 h após aplicação do tratamento)

No México, [Alonso *et al.*, \(2015\)](#), (2015) avaliaram em 21 Unidades de Produção Animal no estado de Veracruz, durante o período de janeiro de 2012 a abril de 2013; dentre as quais apenas 2 Unidades de Produção Animal possuem parasitas suscetíveis ao IVM, sendo as outras 15 aquelas que apresentam resistência. Além disso, conseguiram identificar por meio de questionários que esse problema se origina principalmente porque é realizada uma prática inadequada de vermifugação; sendo um dos principais problemas no estado de Guanajuato, uma vez que os produtores indicam desparasitação sem controle adequado, o que gerou que apenas 2 Unidades de Produção Animal apresentam parasitoses suscetíveis a MIV. [Paraud *et al.*, \(2016\)](#) verificaram na França, que este último pode não só modificar a eficácia do IVM, mas também é possível a existência de uma resistência cruzada, relatando uma resistência às lactonas macrocíclicas em ovinos,

como demonstraram o primeiro resistência múltipla de nematóides gastrointestinais contra a mesma família de antiparasitários, isso pode ser um problema no presente estudo, pois 60% das Unidades de Produção Animal avaliadas apresentaram resistência ao IVM, e resistência cruzada na França foi observada em fazendas com suspeita de resistência.

Paradoxalmente, pesquisas realizadas no México por Rizo (2017), mostram a grande diversidade de plantas que apresentam metabólitos capazes de inibir o crescimento e o desenvolvimento de patógenos (*Phytophthora* ssp., *Colletotrichum gloeosporioides*, *Moniliophthora roreri*); Uma dessas plantas avaliadas foi o extrato de gengibre (*Zingiber officinale*). Estudos relatados por Lin et al. (2010), verificaram o efeito do gengibre (*Zingiber officinale*) como vermífugo no que diz respeito à mortalidade e mobilidade reduzida em larvas de *Anisakis simplex*, uma espécie de nematóide gastrointestinal presente em mamíferos marinhos, peixes, crustáceos e humanos.

A eficácia do extrato de gengibre (*Zingiber officinale*) a 3% para eliminar e imobilizar as larvas de *Oesophagostomum dentatum*, é semelhante em eficiência a 62% à de IVM1% em 48 h, comprovando neste estudo que a eficácia biológica de o extrato de gengibre (*Zingiber officinale*) apresenta um crescimento em relação à curva de dose-resposta desse extrato. A pesquisa foi conduzida no Japão sobre a atividade anti-helmíntica de compostos isolados da raiz do gengibre (*Zingiber officinale*), syhogaol, shogaol e gingerol. Eles demonstraram que os compostos acima matam e reduzem a mobilidade em larvas de *Anisakis simplex*, uma espécie de nematóide gastrointestinal presente em mamíferos marinhos, peixes, crustáceos e humanos entre 24 e 72 h (Lin et al., 2010). Além disso, Acuña e Torres, (2010) em estudo realizado sobre as propriedades medicinais do gengibre (*Zingiber officinale*), relataram o Gingerol como o componente ativo mais estudado por seus diversos efeitos farmacológicos, entre os mais destacados antiinflamatórios e anti-helmínticos.

De acordo com esses resultados, verificando a eficácia do gengibre (*Zingiber officinale*), para eliminar e imobilizar as larvas de *Oesophagostomum dentatum*, uma parametrização adequada foi feita ao modelo matemático de Gompertz para estimar a dose letal₅₀ (DL₅₀) do extrato de gengibre; conforme tabela 2, tomando os seguintes valores para a parametrização, de acordo com o aplicativo Solver do programa Excel do Microsoft Office 2017 (Correa, 2004).

$$y = a * \exp(-b * \exp(-c * t))$$

$$a = 62.40846543$$

$$b = 6.979583949$$

$$c = 2.910435786$$

$$y = 62.40846543 * \exp(-6.979583949 * \exp(-2.910435786 * t))$$

Tabela 2. Parametrização do modelo de Gompertz para determinar DL₅₀ de gengibre

	% Inclusão	% EB	Gompertz	SQ
GENGIBRE <i>(Zingiber officinale)</i>	0.1	2.07868	0.338436046	3.028449019
	0.3	5.19798	3.382901301	3.294510684
	0.5	11.4595	12.24378442	0.615102049
	0.7	24.2727	25.12103484	0.719671995
	0.9	36.0928	37.53441718	2.078260097
	1	45.3562	42.67651026	7.180737091
	2	60	61.13021894	1.277394859
	3	62.9262	62.33817928	0.345768365

EB: % Eficácia Biológica. SQ: Soma dos quadrados

Os resultados ajustados ao modelo paramétrico de Gompertz determinaram que o DL₅₀ do gengibre (*Zingiber officinale*) é obtido com a inclusão de 1,1858% desse extrato; podendo assim combater 50% das larvas de *Oesophagostomum dentatum* presentes na raça de CPM avaliada. Vários estudos realizados para estimar o DL₅₀ verificaram que o modelo matemático de Gompertz é um dos mais acurados, sem apresentar grande margem de erro, se comparado a outros modelos como regressão polinomial, logística e linear (Molina e Melo, 2010).

Com relação aos demais extratos vegetais avaliados, os resultados obtidos pelo software Statgraphics 9.0 não foram relevantes, pois seu percentual de eficácia não ultrapassa 18%.

CONCLUSÕES

A eficácia biológica do extrato de gengibre (*Zingiber officinale*) (3%) é semelhante à da ivermectina (1%) em 62% das amostras avaliadas. Portanto, a eficácia do extrato em eliminar e imobilizar as larvas de *Oesophagostomum dentatum* é demonstrada, com uma dose letal₅₀ de 1,1858% estimada pelo modelo matemático de Gompertz. Embora os extratos vegetais de orégano (*Origanum vulgare*), tomilho (*Thymus*) e hortelã-pimenta (*Mentha spicata*) tenham sido avaliados, embora tenham havido relatos de terem sido previamente avaliados como antiparasitários de nematóides gastrointestinais e relatos de antibacterianos, eles não apresentam percentual relevante de eficácia biológica (menos de 18%), contra larvas de *Oesophagostomum dentatum*.

É necessário continuar com as avaliações para poder verificar *in vivo* os efeitos do gengibre (*Zingiber officinale*), como antiparasitário na produção de porcos de quintal contra larvas de *Oesophagostomum dentatum*, e assim poder comparar sua dose e rentabilidade por quilograma do animal, com relação à ivermectina.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CONACyT), pelo financiamento concedido para o mestrado da segunda autora.

LITERATURA CITADA

ABBOTT WS. 1987. A method of computing effectiveness of an insecticide. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 3(2) 302-303. ISSN: 8756-971X https://www.biodiversitylibrary.org/content/part/JAMCA/JAMCA_V03_N2_P302-303.pdf

ACUÑA O, Torres A. 2010. Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (*Zingiber officinale*) en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa. *Revista Politécnica*. 29(1) 60-69 ISSN: 1390-0129 <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4343/1/RP-No.29%288%29.pdf>

AGUILAR LA, Florian CJ. 2016. Diagnóstico situacional de los parásitos gastroentéricos en la crianza artesanal de cerdos (*Sus scrofa* doméstica) de traspatio en la zona urbana del Municipio de Santo Tomas Departamento de Chontales. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Agraria. Pp. 5-6. <https://repositorio.una.edu.ni/3421/>

AGUILERA GS. 2012. Validación de seis fitofármacos: ajeno, nogal, pasionaria, salvia, sábila y jengibre en pacientes adultos de diecinueve a setenta años de edad en Quito, junio-agosto de 2010. Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5252/T-PUCE-5478.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ALONSO DM, Arnaud OR, Becerra NR, Torres AJ, Rodríguez VR, Quiroz RR. 2015. Frequency of cattle farms with ivermectin resistant gastrointestinal nematodes in sheep in Veracruz, México. *Veterinary Parasitology*. 212(3-4), 439-443. ISSN: 0304-4017 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401715003520>

BARRERE F, Shakya KP, Menzies PI, Peregrine AS, Prichard RK. 2013. Assessment of benzimidazole resistance in *Haemonchus contortus* in sheep flocks in Ontario, Canada: Comparison of detection methods for drug resistance. *Veterinary Parasitology*. 198(1): 159-165. ISSN: 0304-4017. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401713004457>

BOWMAN DD. 2013. *Georgis' Parasitology for Veterinarians*. 10^a ed. Philadelphia, USA. Editorial Elsevier. Pp. 496. ISBN. 9781455740062 <https://www.elsevier.com/books/georgis-parasitology-for-veterinarians/bowman/978-1-4557-4006-2>

CHÁVEZ RM, Reveles HR, Saldivar ES, Muñoz EJ, Morales VM, Moreno GM. 2006. Evaluación del albendazol, ivermectina y nitazoxanida en infección causada por *Trichinella spiralis* en modelo suino. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*. 25:8-84. ISSN 0798-0264.

http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-02642006000200008&script=sci_arttext

COFFIN DL. 1952. *Laboratorio clínico en medicina veterinaria*. 3ª edición. Boston, Massachusetts. Pp.355

COLES GC, Jackson F, Pomroy WE, Prichard RK, Samson HG, Silvestre A, Taylor MA, Vercruysse J. 2006. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*. 136:167-185. ISSN: 0304-4017

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401705005649>

CORDERO CM, Rojo F, Martínez A, Sánchez M, Hernández S, Navarrete I. 2000. *Parasitología Veterinaria*. España: Ed. McGraw-Hill. Pp. 935 ISBN: 84-486-0236-6.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=489596>

CORREA HJ. 2004. RUMENAL: procedimiento para estimar los parámetros de cinética ruminal mediante la función Solver de Microsoft Excel®. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 17(3): 250-254. ISSN: 2256-2958.

<https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323947/20781127>

COSIALLS IL, Solanas PA, Núñez PM, Jiménez FM, Miralles PD, Serra DG. 2000. *Estadística aplicada con SPSS y Statgraphics*. España. Edicions Universitat Barcelona. Pp. 119. ISBN: 84-8338-214-8.

https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=odNxBeRLXUEC&oi=fnd&pg=PA5&dq=Statgraphics+9.0&ots=5hbalg50jt&sig=U74bUpOfwfgLOIGifWiQ2DFQxc&redir_esc=y#v=onepage&q=Statgraphics%209.0&f=false

CRINGOLI G, Rinaldi L, Veneziano V, Capelli G, Scala A. 2004. The influence of flotation solution, simple dilution and the choice of McMaster slide area (volume) on the reliability of the McMaster technique in estimating the faecal egg counts of gastrointestinal strongyles and *Dicrocoelium dendriticum* in sheep. *Veterinary Parasitology*. 123:121-131. ISSN: 0304-4017

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401704002377>

DÁVILA JG, González SI, Báez OL, Gaona, ÁE, Zaragoza SE. 2017. Optimización de la destilación de *Origanum Vulgare L*, con efecto antifúngico en *Moniliophthora roreri*. *Espacio I+D, Innovación Más Desarrollo*. 6(14):138-151. ISSN: 2007-6703.

<https://doi.org/10.31644/IMASD.14.2017.a07>

ENCALADA ML, Tuyub SH, Ramírez VG, Mendoza GP, Aguilar ML, López AM. 2014. Phenotypic and genotypic characterization of *Haemonchus* spp. And other gastrointestinal nematodes resistant to benzimidazole in infected calves from the tropical regions of Campeche State, México. *Veterinary Parasitology*. 205: 246-254. ISSN: 0304-4017 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401714003793>

FRONTERA E, Pérez M, Alcaide M, Reina D. 2009. *Patología parasitaria porcina: en imágenes*. España: Ed. Servet. Pp. 268. ISBN: 84-92569-12-3. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=490758>

GAWEL A, Kotonski B, Madej JA, Mazurkiewicz M. 2003. Effect of silimarín on chicken and turkey broilers' rearing and the production indices of reproduction hen flocks. *Medycyna Weterynaryjna*. 59:517-520. ISSN: 0025-8628. <https://eurekamag.com/research/034/804/034804936.php>

GEURDEN T, Chartier C, Franke J, Di RA, Traversa D, Von SG, Demeler J, Vanimisetti HB, Bartram DJ, Denwood MJ. 2015. Anthelmintic resistance to ivermectin and moxidectin in gastrointestinal nematodes of cattle in Europe. *Journal Parasitology Drugs Drug Resist*. 5(3):163-171. ISSN: 2211-3207 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211320715300087>

GUERRA C, Galán JA, Méndez J, Perea EM. 2008. Evaluación del efecto del extracto de orégano (*Oreganum vulgare*) sobre algunos parámetros productivos de cerdos destetados. *Tumbaga*. 1:6-29. ISSN Online: 2216-118x. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3993531>

HORVAT AJ, Petrovic M, Babic S, Pavlovic DM, Asperger D, Pelko S, Mance AD, Kastelan MM. 2012. Analysis, occurrence and fate of anthelmintics and their transformation products in the environment. *Trends Analyt. Chem*. 31: 61-84. ISSN:0165-9936 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165993611002937>

KAPLAN RM, Vidyashankar AN. 2012. An inconvenient truth: global worming and anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology*. 186:70–78. ISSN: 0304-4017 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401711007801>

LAGARTO PA, Tillán CJ, Cabrera GY. 1997. Toxicidad aguda oral del extracto fluido de *Mentha spicata* L. (hierbabuena). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 2:6-8. ISSN: 1028-4796. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S102847961997000200002&script=sci_arttext&lng=p t

LEMUS C, Ly CC. 2010. Estudio de sustentabilidad de cerdos mexicanos pelones y cuinos. La iniciativa Nayarita. *Revista computarizada de producción porcina*. 17 (2): 89-98. ISSN:1026-9053 http://www.iip.co.cu/RCP/172/172_10artCLemus.pdf

LIN RJ, Chen CY, Lee JD, Lu CM, Chug LY, Yen CM. 2010. Larvicidal constituents of *Zingiber officinale* (ginger) against *Anisakis simplex*. *Repositorio Institucional Universidad Médica de Kaohsiung*. <http://ir.lib.kmu.edu.tw/handle/310902000/18749>

LOUIE K, Vlassoff A, Mackay AD. 2007. Gastrointestinal nematode parasites of sheep: A dynamic model for their effect on liveweight gain. *International Journal Parasitol*. 37:233-241. ISSN: 0020-7519.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020751906003511>

MCARTHUR CL, Handel IG, Robinson A, Hodgkinson JE, Bronsvort BM, Burden F, Kaplan RM, Matthews JB. 2015. Development of the larval migration inhibition test for comparative analysis of ivermectin sensitivity in *Haemonchus contortus* populations. *Veterinary Parasitology*. 212: 292-298. ISSN: 0304-4017.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401715003003>

MOLINA VF, Melo MS. 2010. Importance of the statistical method applied to calculate the EC₅₀ and EC₉₅ of some isothiocyanates evaluated against *Rhizoctonia solani* Kuhn. *Agronomía Colombiana*. 28(2):235-244. ISSN 0120-9965
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652010000200013

MUNGUÍA XJ, Valenzuela MW, Leyva CJ, Morales PM, Figueroa CJ. 2013. Potencial de orégano como alternativa natural para controlar *Haemonchus contortus* en ovino de pelo. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*. 9 (1): 150-154. ISSN: 2594-0384.
<http://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/222/157>

PARAUD C, Marcotty T, Lespine A, Sutra JF, Pors I, Devos I. 2016. Cross- resistance to moxidectin and ivermectin on a meat sheep farm in France. *Veterinary Parasitology*. 226:88-92. ISSN: 0304-4017.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401716302527>

QUIROZ RH, Figueroa CJ, Ibarra VF y López AM. 2011. *Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos*. México. 1ª edición. Compact disc. Pp. 643. ISBN:978-607-00-4015-3.
https://www.academia.edu/31033300/Epidemiologia_de_enfermedades_parasitarias_en_Animales_Domesticos

RAMOS PA, Hernández SR. 2018. Extractos comerciales de tomillo (*Thymus vulgaris*) y de algarrobo (*Ceratonia siliqua*) en la dieta de lechones destetados. *Revista Científica*. 8:25-38. ISSN: 2221-5921.

<http://revistas.unprg.edu.pe/openjournal/index.php/revistacientifica/article/view/249>

REBOLLAR RA, Rebollar RS, Gómez TG, Hernández MJ, González RF. 2016. Crecimiento y especialización regional del sector pecuario en México, 1994 a 2013. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 7(3): 391-403. ISSN: 2428-6698

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242016000300391&script=sci_arttext

RENDAL VM, Rodríguez CM, Fernández MR, Sánchez IJ, Segura IR, Veiga BA, Andión NC. 2004. Efecto del almacenamiento en fase gaseosa sobre la viabilidad celular, la apoptosis y la actividad funcional en aortas de cerdo criopreservadas. Estudio preliminar. *Angiología*. 56:107-121. ISSN: 0003-3170.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003317004748555>

RIZO MM, Vuelta LD, Lorenzo GA. 2017. Agricultura, desarrollo sostenible, medioambiente, saber campesino y universidad. *Ciencia en su PC*. (2):106-120. ISSN: 1027-2887.

<https://www.redalyc.org/pdf/1813/181351615008.pdf>

RODRÍGUEZ VR, Apanaskevich DA, Ojeda CM, Trinidad MI, Reyes NE, Esteve GM, de León AP. 2016. Ticks collected from humans, domestic animals, and wildlife in Yucatan, Mexico. *Veterinary Parasitology*. 215:106-113. ISSN: 0304-4017.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401715300777>

SALEM AZ, Salem MZ, El-Adawy MM, Robinson PH. 2006. Nutritive evaluations of some browse tree foliages during the dry season: secondary compounds, feed intake and in vivo digestibility in sheep and goats. *Animal Feed Science and Technology*. 127:251-267. ISSN: 377-8401.

<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.09.005>

TAYLOR MA, Learmount J, Lunn E, Morgan C, Craign BH. 2009. Multiple resistance to anthelmintics in sheep and comparison of methods used for their detection. *Small Ruminant Research*. 86:67-70. ISSN: 0921-4488.

<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.09.020>

VAN WJ, Cabaret J, Michael LM. 2004. Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle simplified. *Veterinary parasitology*. 119:277-306. ISSN: 0304-4017.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401703004734>