

## Evaluación de la susceptibilidad de nematodos gastrointestinales a la ivermectina en equinos del Norte de Veracruz

Evaluation of the susceptibility of gastrointestinal nematodes to ivermectin in equines from northern Veracruz

Gómez-Lorenzo Maricarmen<sup>1</sup>, Ojeda-Chi Melina Maribel<sup>1</sup>, Alarcón-Zapata Marco Antonio<sup>1</sup>, Romero-Salas Dora<sup>2</sup>, Tabarez-Rojas Abigail<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias región Tuxpan. Carretera Tuxpan-Tampico Km. 7.5, Universitaria, Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz, C.P. 92870, México. <sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Laboratorio de Parasitología. Unidad de Diagnóstico. Rancho Torreón del Molino. Carretera Federal Veracruz-Xalapa Km 14.5, Col. Valente Díaz. CP. 91697. Veracruz, México.

Gómez-Lorenzo Maricarmen: [zs18006672@estudiantes.uv.mx](mailto:zs18006672@estudiantes.uv.mx)

 <https://orcid.org/0009-0008-5282-4833>

Ojeda Chi Melina Maribel: [meojeda@uv.mx](mailto:meojeda@uv.mx)  <https://orcid.org/0000-0002-0006-1976>

Alarcón Zapata Marco Antonio: [maralarcon@uv.mx](mailto:maralarcon@uv.mx)  <https://orcid.org/0000-0002-4712-6327>

Romero Salas Dora: [dromero@uv.mx](mailto:dromero@uv.mx)  <https://orcid.org/0000-0003-4640-6316>

Tabarez Rojas Abigail: [atabarez@uv.mx](mailto:atabarez@uv.mx)  <https://orcid.org/0000-0002-8766-6993>

Esta investigación fue financiada con recursos de los autores.

Los autores no tienen ningún conflicto de interés al haber hecho esta investigación.

Remita cualquier duda sobre este artículo a Melina Maribel Ojeda Chi.

### RESUMEN

Los ciatostominos son los principales nematodos gastrointestinales (NGI) que afectan a los caballos, su control se basa en el uso de antihelmínticos (AH); sin embargo, a nivel mundial se ha reportado resistencia a los AH. Por tanto, es necesario conocer la susceptibilidad de los NGI a los AH para tomar decisiones de tratamiento eficiente. Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de lactonas macrocíclicas en poblaciones de NGI mediante la prueba de

**Recibido:** 10/03/2024

**Aceptado:** 26/05/2024

**Publicado:** 01/06/2024



Copyright © 2024 Gómez-Lorenzo Maricarmen, Ojeda-Chi Melina Maribel, Alarcón-Zapata Marco Antonio, Romero-Salas Dora, Tabarez-Rojas Abigail. Esta obra está protegida por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

reducción de huevos en heces y determinar el periodo de reaparición de huevos (PRH). Se utilizaron 58 caballos en 7 unidades equinas de Tuxpan, Veracruz, se aplicó un cuestionario para conocer la situación general de las cuadras y tratamiento de cada unidad. Al día cero se colectaron heces de forma individual para determinar el número de huevos en las heces mediante la técnica de McMaster. Los animales que resultaron positivos a  $\geq 100$  huevos por gramo de heces (hph) se conformaron en dos grupos. El grupo tratado se le aplicó ivermectina (IVM) a razón de 0.2 mg/kg de peso vivo y el grupo control no recibió tratamiento. Se tomaron muestras a los días 14, 42 y 56 días post-tratamiento (PT) y se determinaron los hgh. Se observó que el 83.3 % de los caballos fueron positivos a NGI y el 1.7% a otros nematodos. En seis de las unidades se encontró 100% de reducción en el conteo de huevos y solo una unidad resultó sospechosa a resistencia a la IVM. Así mismo, el PRH se redujo a 42 días. Se concluye a pesar de que la IVM continúa siendo eficaz para el control de NGI en la mayoría de las unidades evaluadas, sin embargo, el PRH se ha reducido.

**Palabras clave:** helmintos, susceptibilidad, resistencia antihelmíntica, lactonas macrocíclicas.

### ABSTRACT

Cyathostomines are the main gastrointestinal nematodes (GIN) that affect horses; their control is based on the use of anthelmintics (AH); However, resistance to HA has been reported worldwide. Therefore, it is necessary to know the susceptibility of GIN to HA to make efficient treatment decisions. For this reason, the objective of this study was to evaluate the effectiveness of macrocyclic lactones in GIN populations using the fecal egg reduction test and determine the egg reappearance period (ERP). Fifty-eight horses were used in 7 equine units in Tuxpan, Veracruz, a questionnaire was applied to know the general situation of the stables and treatment of each unit. On day zero, feces were collected individually to determine the number of eggs in the feces using the McMaster technique. Animals that tested positive for  $\geq 100$  eggs per gram of feces (EPG) were formed into two groups. The treated group received ivermectin (IVM) at a rate of 0.2 mg/kg body weight and the control group did not receive treatment. Samples were taken on days 14-, 42-, and 56-days post-treatment (PT) and EPG was determined. It was observed that 83.3% of the horses were positive for NGI and 1.7% for other nematodes. In six of the units, a 100% reduction in egg count was found and only one unit was suspected of resistance to IVM. Likewise, the ERP was reduced to 42 days. It is concluded that although IVM continues to be effective for the control of NGI in the majority of the units evaluated, however, the ERP has been reduced.

**Keywords:** helminths, susceptibility, anthelmintic resistance, macrocyclic lactones.

### INTRODUCCIÓN

Los principales nematodos gastrointestinales de los caballos pertenecen a la familia Strongylidae y se conocen como grandes strongílidos, *Strongylus* spp., y pequeños strongílidos, *Cyathostomum* spp., los últimos constituyen más del 75 % de la fauna total de nematodos intestinales (Bucknell et al., 1996; Lichtenfels et al., 2008). Por tanto, el enfoque de los programas

de tratamiento antihelmíntico (AH) se ha centrado al control de los ciatostominos que son menos patógenos, pero más abundantes (Kaplan & Nielsen, 2010; Nielsen, 2019). Las infecciones por ciatostominos pueden ser asintomáticas; sin embargo, el principal daño que provocan es debido a la emergencia de las larvas enquistadas hacia el lumen intestinal, conocida como ciatostomiasis larvaria. Los signos característicos de este parásito son la pérdida de peso, hipoproteinemia, diarrea, gran cantidad de larvas en heces y muerte (Reinemeyer & Nielsen, 2009; Kuzmina et al., 2011).

El control de esta parasitosis se ha basado en el empleo benzimidazoles y tetrahidropirimidinas, sin embargo, las estrategias de tratamiento AH no siempre se basa en la presencia del parásito lo que ha contribuido a la aparición de poblaciones de parásitos resistentes. Por esta razón se ha incrementado el uso de lactonas macrocíclicas (LM) para el control de los NGI en caballos. Sin embargo, el aumento en el número de tratamientos con LM podría contribuir a la disminución de su eficacia (Traversa et al., 2009; Lyons & Tolliver, 2013; Nielsen et al., 2019; Sauermann et al., 2019; Dauparaité et al., 2021).

Una forma de evaluar la susceptibilidad de los NGI a la IV es mediante el período de reaparición de huevos de estróngilos (PRH). En Europa y países de Latinoamérica se ha reportado que PRH se ha reducido después del tratamiento con ivermectina (IV), el cual debe de ser de 9-13 semanas y para moxidectina de 16-22 semanas, lo cual podría indicar una resistencia temprana (Canever et al., 2013; Dauparaité et al., 2021).

Ante esta situación, es importante conocer el estado actual de la eficacia antihelmíntica de la IV en los caballos domésticos, para que los médicos veterinarios y los propietarios de caballos establezcan estrategias de control selectivo, en especial porque no se han introducido nuevos fármacos desde la ivermectina en la década de 1980 (Cain et al., 2019).

Por lo antes mencionado, el objetivo del presente trabajo fue estimar la frecuencia de poblaciones de NGI susceptibles y resistentes a IVM, así determinar el PRH en unidades de equinos del Norte de Veracruz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Este estudio fue realizado en el municipio de Tuxpan en la zona norte de Veracruz, entre los paralelos 20° 44' y 21° 09' de latitud norte; los meridianos 97° 13' y 97° 36' de longitud oeste; altitud entre 10 y 200 m. Limita al norte con Tamiahua y Naranjos, al oeste con Temapache, al sur Tihuatlán y Poza Rica. Su clima es tropical, con una temperatura media anual de 24.1° C y lluvias abundantes que registran un máximo anual de 2,241 mm de agua (CEIEG, 2021). El estudio fue realizado de octubre de 2022 a enero de 2023.

Población de estudio. La población de estudio consistió en siete unidades equinas con un historial de uso de IVM en los últimos 5 años y sin considerar la raza, el sexo, la edad, el peso y la condición corporal. Los animales eran utilizados para distintos fines, como charrería, carreras y trabajos de campo. La mayoría de los caballos contaban con un alojamiento mixto, conformado por áreas de

potrero o corrales. Las unidades cumplían con el criterio selección, de al menos de 6 a 12 caballos infectados naturalmente con nematodos gastrointestinales.

Cuestionario. Se implementó un cuestionario en cada unidad equina para conocer el protocolo completo de control y tratamiento de parasitosis, grado de conocimiento y técnica de la aplicación de AH y atención veterinaria general.

Toma y procesamiento de muestras. Las muestras de heces fecales se tomaron vía rectal. En aquellos caballos que al momento de la toma que no se obtuvo heces, se esperó a que defecaran para tomar inmediatamente la muestra. Las muestras fueron identificadas individualmente, conservadas en bolsas plásticas y procesadas inmediatamente mediante la técnica de McMaster. Diseño experimental. Posterior se seleccionaron caballos con el criterio de inclusión de  $\geq 100$  hgh y se formaron al azar dos grupos: grupo tratado con ivermectina (T-IVM) y grupo control (GC) de acuerdo los lineamientos de las guías de armonización de la Asociación Mundial para el Avance de la Parasitología Veterinaria (WAAVP por sus siglas en inglés) y Asociación Americana de Practicantes equinos (Nielsen et al., 2019) (Mittel, 2012; Nielsen et al., 2022b).

Determinación de eficacia antihelmíntica. Para determinar la susceptibilidad o resistencia a la ivermectina se empleó la prueba de reducción del conteo en heces (FECRT, por sus siglas en inglés) siguiendo los procedimientos que a continuación se describen según los protocolos de la WAAVP y la AAEP (Nielsen et al., 2019).

Al día 0: Se colectó una muestra de heces de cada caballo directamente del recto usando guantes de palpación. Las muestras fueron procesadas inmediatamente mediante la técnica de McMaster para cuantificar los hph (Rodríguez-Vivas y Cob-Galera, 2005). Posteriormente los caballos fueron clasificados y distribuidos al azar, según su grado de infección para formar un GC y un grupo T-IVM.

Al día 1. Los animales del grupo T-IVM fueron desparasitados con vía oral con IVM a una dosis de 0,2 mg/kg de peso vivo (pv). Para el cálculo de la dosis individual, se estimó el pv de cada caballo mediante las medidas morfométricas usando una cinta métrica (Wagner & Tyler, 2011); los animales del grupo de control no recibieron tratamiento AH.

Al día 14. Se recogieron muestras de heces de los animales del GC y T-IVM. Estos fueron procesados como se describe arriba en el día 0 para obtener hph (Nielsen et al., 2022).

En las poblaciones que resultaron susceptibles, se tomaron muestras de cada grupo a las semanas 6 y 8 postratamiento para el monitoreo del periodo de reaparición de huevos.

Análisis de datos. Para determinar de eficacia antihelmíntica, se utilizó la hoja de cálculo Excel RESO© (Animal Health Division). En el caso de PRH, fueron comparados los datos con los sugeridos por la AAEP (Mittel, 2012).

Porcentaje de reducción de huevos

$$(\%R) = 100 \times (1 - [T2/C2])$$

Donde T2 es la media hgh del grupo T-IVM al día 14 PT y C2 es la media de hgh del GC el día 14 PT (Nielsen et al., 2022).

Se consideró que la población de caballos en una unidad era resistente cuando su valor % R para hph fue <95%, y el límite inferior del intervalo de confianza del 95% (IC95%) fue <90%. Una población era sospechosa si cumplía sólo uno de estos criterios. Las unidades que no cumplieron con estos dos criterios se consideraron susceptibles. En el caso de PRH, fueron comparados los datos con los sugeridos por la AAEP.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la aplicación de los cuestionarios mostraron que todos los ranchos administraron tratamientos antihelmínticos sin diagnóstico NGI previo y sin considerar el estado de salud de cada caballo, es decir, desparasitaron a todos los caballos. El peso del animal se calculó subjetivamente y la dosis de antihelmíntico se aplicó según el criterio de cada propietario o encargado. La IV fue el único tratamiento antihelmíntico utilizado en caballos (100%) de los ranchos encuestados.

En las siete unidades equinas visitadas se encontraron que 49 caballos (n=58) obtuvieron conteos  $\geq 100$  HPG de nematodos gastrointestinales con un rango de eliminación de huevos de 50 a 2277 HPG.

Todas las unidades de equinos cumplieron con los criterios inclusivos ( $\geq 100$  HPG) y los resultados del FECRT mostraron que seis de las unidades equinas tuvieron 100% de reducción de huevos en la segunda visita (día 14 PT). Únicamente, en unidad se encontró la presencia de huevos en las heces de animales tratados con IV al día 14 PT. El FECRT en esta unidad fue de 95% por lo que se consideró sospechoso (Cuadro 1).

Con respecto al porcentaje de reaparición de huevos se encontró que cinco de las seis unidades que resultaron susceptibles a la ivermectina, 83.3 % de las unidades, se encontró que la presencia de huevos al día 42 PT.

**Cuadro 1.** Huevo por gramo de heces, porcentaje de reducción y estatus de las unidades evaluadas

| Unidad | N  |    | Promedio de hgh<br>Pretratamiento<br>(día 0) |      | Promedio de hgh<br>Postratamiento (día 14) |      | % de<br>Reducción | IC     | Estatus |
|--------|----|----|----------------------------------------------|------|--------------------------------------------|------|-------------------|--------|---------|
|        | GC | GT | GC                                           | GT   | GC                                         | GT   |                   |        |         |
|        | 1  | 5  | 4                                            | 1780 | 2180                                       | 1750 |                   |        |         |
| 2      | 5  | 5  | 2050                                         | 3350 | 1950                                       | 250  | 95                | 58-99  | SP      |
| 3      | 4  | 4  | 1610                                         | 1100 | 1050                                       | 0    | 100               | 95-100 | S       |
| 4      | 4  | 5  | 1875                                         | 1865 | 1085                                       | 0    | 100               | 95-100 | S       |
| 5      | 4  | 4  | 3800                                         | 2500 | 2650                                       | 0    | 100               | 95-100 | S       |
| 6      | 5  | 4  | 1740                                         | 1850 | 1500                                       | 0    | 100               | 95-100 | S       |
| 7      | 5  | 5  | 1230                                         | 3150 | 1500                                       | 0    | 100               | 95-100 | S       |

N = Numero de caballos; GT = grupo tratado; GC = grupo control; IC 95% = intervalo de confianza al 95%; S = susceptible; SP = sospechoso; R = resistente % R: porcentaje de reducción (programa RESO©).

## DISCUSIÓN

En gran parte del mundo, solo se encuentran disponibles tres clases de antihelmínticos para el tratamiento de nematodos gastrointestinales en caballos. Estos incluyen a los benzimidazoles, las tetrahidropirimidinas y las lactonas macrocíclicas. Siendo la ivermectina, el antihelmíntico más recientemente introducido para los equinos. Durante los últimos 40 años, no se ha introducido nuevos antihelmínticos y hasta ahora no existen nuevos productos para el control de estos parásitos (Egerton et al., 1981; Nielsen, 2022). En este estudio se evaluó la eficacia de la IV y el PRH en 7 unidades de equinos con historial de uso de LM en el Norte de Veracruz.

Los resultados de este estudio mostraron que el 14% (1/7) de las unidades equinas resultaron sospechoso a la IV (FECRT de 95% y CLB95% de 58%). Estos hallazgos concuerdan con lo reportado en Europa, E.E.U.U. y Latinoamérica, en donde se menciona que existe resistencia a los strongílidos de equinos. Sin embargo, a diferencia de lo que se ha reportado para los benzimidazoles y las pirimidinas, la resistencia a las lactonas macrocíclicas se ha desarrollado lentamente principalmente en los ciatostominos. Lo cual es notable, ya que este fármaco es el más utilizado en las unidades de producción de equinos (Stratford et al., 2014; Nielsen et al., 2018) y a pesar de ello los reportes de resistencia a lactonas macrocíclicas son más frecuente en los tricostrongílidos en pequeños rumiantes (Kaplan & Nielsen, 2004; Sutherland & Leathwick, 2011). Respecto al PRH se encontró que en el 83.3% de las unidades de equinos estudiadas, este se acortó a partir de la semana 6 (42 días PT). Desde la década de 1990, las estimaciones de PRH eran de 8 a 10 para la ivermectina, mientras que varios estudios publicados después del año 2000 encontraron que los PRH eran de 5 semanas. Esta es una evidencia clara de un cambio en el desempeño de la IV. Sin embargo, aún no está claro si esto se debe al desarrollo de resistencia antihelmíntica por lo que es necesario más estudios para poder dilucidar si la reanudación temprana de la eliminación de huevos de strongílidos puede ser considerada como un indicador del inicio de resistencia en las poblaciones de nematodos en equinos (Nielsen, 2022).

Los resultados presentados es este trabajo, ponen de manifiesto la necesidad de monitorear la eficacia de antihelmínticos disponibles para el control de nematodos en equinos y empezar a implementar estrategias como son el mantenimiento del refugio mediante la desparasitación estratégica de los equinos y de esta forma reducir la emergencia de resistencias (Matthews, 2008; Wyk, 2013).

Es evidente que se requiere de una mayor regulación para la compra, venta y aplicación de AH en México, como se ha realizado en la Unión Europea, donde se ha comprobado un efecto positivo en el retraso del fenómeno de resistencia al regular la venta exclusiva mediante receta médica. Aunado a esto, también se ha observado que existe una disminución en el costo anual de tratamientos con AH de hasta 80% por la utilización de estrategias como desparasitación dirigida (Sallé et al., 2015; Becher et al., 2018). La implementación de estas estrategias podría contribuir al uso sostenible de los AH en equinos.

## CONCLUSIONES

Los resultados de la FECRT con ivermectina revelaron la presencia de nematodos sospechosos a resistencia a esta molécula en nematodos en caballos del Norte de Veracruz, México. Solo en una unidad se reportó eficacia de 95% a los 14 días PT. Sin embargo, el periodo de reaparición de huevos se redujo a 42 días lo cual podría contribuir al desarrollo emergente de resistencia. Por tanto, es necesario implementar programas de monitoreo continuo de la eficacia de los antihelmínticos que permita ralentizar el desarrollo de resistencia en parásitos gastrointestinales en equinos.

## REFERENCIAS

- Becher, A.M., van Doorn, D.C., Pfister, K., Kaplan, R.M., Reist, M., Nielsen, M.K. 2018. Equine parasite control and the role of national legislation – A multinational questionnaire survey. *Veterinary Parasitology* 259:6–12. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.07.001>
- Bucknell D, Hoste H, Gasser RB, Beveridge I. 1996. The structure of the community of strongyloid nematodes of domestic equids. *Journal Helminthology*. 70(3):185-92. doi: 10.1017/s0022149x0001539x.
- Cain, J.L., Foulk, D., Jedrzejewski, E., Stofanek, H., Nielsen, M.K. 2019. The importance of anthelmintic efficacy monitoring: results of an outreach effort. *Parasitology Research*. 118:2877–83.
- Canever, R.J., Braga, P.R.C., Boeckh, A., Grycajuck, M., Bier, D., Molento, M.B. 2013. Lack of *Cyathostomum* sp. reduction after anthelmintic treatment in horses in Brazil. *Veterinary Parasitology* 94:35–9. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.020>
- Comité Estatal de Información Estadística y Geografía de Veracruz. (2021) Centro de Información Estadística y Geográfica del Estado de Veracruz, Noticias, Cuadernillos Municipales, Álamo Temapache.
- Dauparaitė, E., Kupčinskas, T., von Samson-Himmelstjerna, G. et al. 2021. Anthelmintic resistance of horse strongyle nematodes to ivermectin and pyrantel in Lithuania. *Acta Veterinaria Scandinavica* 63, 5. <https://doi.org/10.1186/s13028-021-00569-z>
- Egerton, J.R., Brokken, E.S., Suhayda, D., Eary, C.H., Wooden, J.W., Kilgore, R.L., 1981. The antiparasitic activity of ivermectin in horses. *Veterinary Parasitology*. 8, 83–88.
- Kaplan, R.M., Nielsen, M.K. 2010. An evidence-based approach to equine parasite control: It ain't the 60s anymore. *Equine Veterinary Education*. 22:306–16.
- Kuzmina, T.A., Tolliver, S.C., Lyons, E.T. 2011. Three recently recognized species of cyathostomes (Nematoda: Strongylidae) in equids in Kentucky. *Parasitology Research*. 108:1179–84. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-2160-z>.
- Lichtenfels, J.R., Kharchenko, V.A., Dvojnok, G.M. 2008. Illustrated identification keys to strongylid parasites (Strongylidae: Nematoda) of horses, zebras and asses (Equidae). *Veterinary Parasitology*. 156:4–161.

- Lyons, E.T., Tolliver, S.C. 2013. Further indication of lowered activity of ivermectin on immature small strongyles in the intestinal lumen of horses on a farm in Central Kentucky. *Parasitology Research*;112:889–91. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-3098-0>.
- Matthews, J.B. 2008. An update on cyathostomins: antihelmintic resistance and worm control. *Equine Veterinary Education*. 20:552–60.
- Mittel, L., Grice, A., Erskine, M., Graves, E., Vaala, W., Tully, R.C., 2012. AAEP Parasite Control Guidelines. *AAEP Proc* 1–24.
- Nielsen, M.K. 2022. Anthelmintic resistance in equine nematodes: Current status and emerging trends, *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 20, 76-88, <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2022.10.005>.
- Nielsen, M.K., Branan, M.A., Wiedenheft, A.M., Digianantonio, R., Garber, L.P., Koprak, C.A., Phillippi-Taylor, A.M., Traub-Dargatz, J.L., 2018. Parasite control strategies used by equine owners in the United States: a national survey. *Veterinary Parasitology*. 250, 45–51
- Nielsen, M.K., Mittel, L., Grice, A., Erskine, M., Graves, E., Vaala, W., Tully, R., French, D.D., Bowman, R., Kaplan, R. 2019. AAEP Parasite Control Guidelines. [https://aaep.org/wp-content/uploads/2024/02/Internal\\_Parasite\\_Guidelines.pdf](https://aaep.org/wp-content/uploads/2024/02/Internal_Parasite_Guidelines.pdf)
- Nielsen, M.K., Sauermann, C.W., Leathwick, D.M. 2019. The effect of climate, season, and treatment intensity on anthelmintic resistance in cyathostomins: A modelling exercise. *Veterinary Parasitology* 269:7–12. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.04.003>.
- Nielsen, M.K., von Samson-Himmelstjerna, G., Kuzmina, A.T., van Doorn, D.C.K., Meana, M., Rehbein, S., Elliott, T., Reinemeyer, C.R.. 2022. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP): third edition of guideline for evaluating the efficacy of equine anthelmintics. *Veterinary Parasitology*. 303, Article 109676
- Reinemeyer, C.R., Nielsen, M.K. 2009. Parasitism and Colic. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*;25:233–45. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2009.04.003>.
- Sallé, G., Cortet, J., Koch, C., Reigner, F., Cabaret, J. 2015. Economic assessment of FEC-based targeted selective drenching in horses. *Veterinary Parasitology*. 214:159–66. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.09.006>.
- Sauermann, C.W., Nielsen, M.K., Luo, D., Leathwick, D.M. 2019. Modelling the development of anthelmintic resistance in cyathostomin parasites: The importance of genetic and fitness parameters. *Veterinary Parasitology*, 269:28–33. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.04.007>.
- Stratford, C.H., Lester, H.E., Pickles, K.J., McGorum, B.C., Matthews, J.B., 2014. An investigation of anthelmintic efficacy against strongyles on equine yards in Scotland. *Equine Veterinary Journal*. 46, 17–24.
- Sutherland, I.A., Leathwick, D.M., 2011. Anthelmintic resistance in nematode parasites of cattle: a global issue? *Trends Parasitology*. 27, 176–181.
- Traversa, D., von Samson-Himmelstjerna, G., Demeler, J., Milillo, P., Schürmann, S., Barnes, H., Otranto, D., Perrucci, S., di Regalbono, A.F., Beraldo, P., Boeckh, A., Cobb, R. 2009. Anthelmintic

resistance in cyathostomin populations from horse yards in Italy, United Kingdom and Germany. *Parasites and Vectors* 2009;2:1–7. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-2-S2-S2>.

Wagner, E.L., Tyler, P.J. 2011. A Comparison of weight estimation methods in adult horses. *Journal of Equine Veterinary Science*. 31:706–10. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2011.05.002>.

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

Copyright © 2024 Gómez-Lorenzo Maricarmen, Ojeda-Chi Melina Maribel, Alarcón-Zapata Marco Antonio, Romero-Salas Dora, Tabarez-Rojas Abigail.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)