



Estudios sobre la eficacia del pirantel para el control de los pequeños estróngilos en equinos del área central de la Argentina

Studies on the efficacy of pyrantel for the control of small strongyles in equines in central Argentina

Cooper L.G.,^{1*} Paz Benard B.J.,¹ Caffè G.,^{1,2} Fernández Llanos I.,¹ Arroyo F.J.,¹ Anziani O.S.¹

¹Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, Argentina.

²Universidad Nacional de Villa María, Argentina.

Correspondencia: Universidad Católica de Córdoba. Av. Armada Argentina 3555. CP 5017. Córdoba, Argentina | laura.cooper@ucc.edu.ar

Recibido 30/05/2022 – Aceptado 07/09/2023

Resumen: El objetivo de este estudio fue investigar la prevalencia de la resistencia al pamoato de pirantel en 111 equinos de 11 establecimientos del área central de la Argentina utilizando el Test de Reducción en el Conteo de Huevos (TRCH) y un modelo jerárquico Bayesiano para el análisis de los datos. La misma metodología se utilizó sobre la semana 4 post tratamiento para detectar posibles acortamientos en el período de reaparición de huevos o PRH. La eficacia general del pirantel fue considerada adecuada en 9/11 establecimientos, resistente en uno y sospechosa en el restante, y no se observaron modificaciones en el PRH. En la eliminación de huevos antes del tratamiento (n= 127), el 23,7 % de los animales fueron considerados como bajos eliminadores, el 32,5 % como moderados y el 43,8 % como altos, enfatizando la posibilidad de tratar selectivamente a estos últimos. Esto permitiría preservar la vida útil de esta droga, así como la de las lactonas macrocíclicas, constituyendo una alternativa más racional (frente a los tratamientos masivos actuales) para el control sustentable de los pequeños estróngilos en equinos adultos. En los coprocultivos pre tratamiento, además de la presencia mayoritaria de pequeños estróngilos, se observó la presencia de *Strongylus vulgaris* en tres de los 11 establecimientos estudiados, lo cual amerita investigaciones futuras para determinar la prevalencia de este parásito de reconocida patogenicidad.

Palabras clave: equinos, pequeños estróngilos, pirantel, resistencia, Argentina

Summary: The objective of this study was to investigate the prevalence of resistance to pyrantel pamoate in 111 horses (111 horses) from the central area of Argentina using the Fecal Egg Count Reduction Test (FECRT) and a hierarchical Bayesian model for data analysis. The same methodology was applied on week 4 post treatment to detect possible shortening in the ERP. The general efficacy of pyrantel was considered adequate in 9/11 farms, resistant in one and suspicious on other, and no changes were observed in the ERP. In the elimination of eggs before treatment (n= 127), 23.7 % of the animals were considered low eliminators, 32.5 % as moderate eliminators and 43.8 % as high eliminators, emphasizing the possibility of selectively treating the latter. Selective treatments would allow preserving the useful life of this drug, as well as that of the macrocyclic lactones, and represent a more rational alternative (compared to current mass treatments) for the sustainable control of small strongyles in adult horses. In the pre-treatment stool cultures, small strongyles were the parasitic group mostly observed but the presence of *Strongylus vulgaris* was discovered in three of the 11 farms studied, which warrants future research to determine the prevalence of this parasite of recognized pathogenicity.

Keywords: horses, cyathostomins, pyrantel, resistance, Argentina



Introducción

Los pequeños estróngilos (grupo *Ciathostoma* o *Trichonema*) son un grupo numeroso de nematodos no migratorios que pertenecen a 14 géneros reconocidos en los equinos y con más de 50 especies (Liechtenfels et al., 2008) que se localizan como adultos en ciego y colon. Actualmente y en todo el mundo, son considerados los parásitos equinos de mayor prevalencia y prácticamente todos los caballos en pastoreo adquieren esta parasitosis (Brady y Nichols, 2009; Scott et al., 2015; Nielsen et al., 2019). En nuestro país, por ejemplo, los análisis coproparasitológicos muestran que más del 98% de los huevos observados en animales mayores a los dos años de edad pertenecen a los pequeños estróngilos (Anziani y Arduzzo, 2017). Muchas de las especies que componen el grupo no desarrollan inmunidad y por lo tanto son comunes en todas las categorías equinas (von Samson-Himmelstjerna, 2012). En todo el mundo, el control de estos nematodos se basa casi exclusivamente en la aplicación de antihelmínticos pertenecientes a los benzimidazoles, lactonas macrocíclicas y tetrahydropirimidinas pero la resistencia antihelmíntica (RA) está comprometiendo la sustentabilidad del control químico. En la Argentina la RA de los pequeños estróngilos a los benzimidazoles es ahora común (Anziani y Catanzaritti, 2005; Cerutti et al., 2012; Anziani et al., 2016) y parece ser más la regla que la excepción. Por el contrario, información reciente sobre la eficacia de las lactonas frente a estos parásitos y en esta misma región, indica que las lactonas permanecen muy activas aún luego de 40 años de uso generalizado de las mismas (Cooper et al., 2023). Finalmente, con el grupo químico de las tetrahydropirimidinas, el pirantel es el único miembro registrado y comercialmente disponible en la Argentina en forma de pasta o polvo para ser agregado en el alimento. Aunque la utilización como antihelmíntico del pirantel tiene ya más de medio siglo, a nivel mundial y especialmente en la Argentina es pobre la literatura existente sobre las diferencias farmacocinéticas y eficacias comparativas de las distintas formulaciones en los animales domésticos incluyendo a los equinos (Gobkulut y Mc Kellar, 2018). Ante la escalada global de la RA en los nematodos equinos, las determinaciones sobre la actividad de los antihelmínticos en el campo y el conocimiento actualizado sobre del *status* de susceptibilidad o resistencia son indispensables para el uso racional de estas drogas. En este contexto, los objetivos del presente trabajo fueron determinar la eficacia clínica de la droga y el *status* actual de susceptibilidad o resistencia del pirantel en equinos naturalmente parasitados por estos nematodos en 11 establecimientos del área central de la Argentina.

Materiales y métodos

a. Establecimientos y animales experimentales: En el período 2021 a 2022, la eficacia de una formulación de pirantel sobre los pequeños estróngilos fue estudiada en 11 establecimientos de las provincias de Santa Fe (n= 5) y Córdoba (n= 6). Como animales experimentales se utilizaron inicialmente 127 equinos de 6 meses hasta 23 años de edad, de ambos sexos (incluyendo castrados y padrillos) y de diferentes biotipos y funciones por ejemplo trabajo, deporte, yeguas destinadas a transferencia de embriones o exposiciones ecuestres. El criterio siguiente para ser incluidos en el estudio fue contar en el día -1 o 0 de la experiencia con valores del número de huevos por gramo de heces (hpg) igual o superior a 150 y no haber recibido tratamiento antihelmíntico al menos en los últimos 60 días. En el caso específico del pirantel, y de acuerdo a los propietarios, ninguno de los 11 establecimientos había utilizado previamente esta droga. Un resumen de esta sección de materiales y métodos es presentado en el diagrama de flujo de la Figura 1.

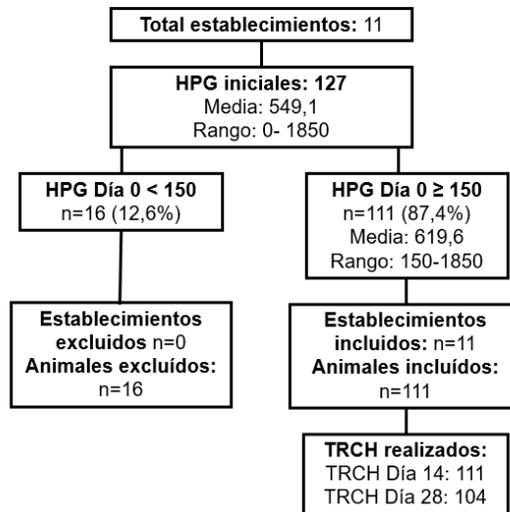


Figura 1. Diagrama de flujo en el que se observan la cantidad de establecimiento y de equinos, y los valores y cantidad de determinaciones coproparasitológicas realizadas.

b. Tratamientos: todos los tratamientos fueron realizados por algunos de los autores del presente trabajo administrando en forma oral una pasta conteniendo 6,6 mg/kg de peso de pirantel pamoato (Pirantel Laboratorios Over SRL). El peso de los equinos se estimó en función de la longitud y el perímetro torácico de cada animal (Carroll et al., 1988) y a los fines del tratamiento y para evitar cualquier posibilidad de sub dosificación se adicionó 15 % al peso estimado.

c. Toma de muestras y técnicas coproparasitológicas: las muestras de materia fecal se obtuvieron por masaje rectal o recogiendo las mismas directamente del suelo en los casos en que se observó defecar en forma espontánea a los animales experimentales. El hpg se determinó utilizando la técnica de Mc Master modificada (detección mínima = 10 hpg) y alícuotas de las mismas muestras de materia fecal fueron utilizadas para cultivos coproparasitológicos mantenidos en incubadoras a 22-25°C por 14 a 15 días. Las larvas obtenidas fueron recuperadas a través de un aparato de Baermann y las primeras 100 larvas de tercer estadio se clasificaron de acuerdo a Russell (1948). Los coprocultivos se realizaron en el día 0 de la experiencia (previo al tratamiento) y en el día 14 de la misma.

d. Determinaciones de eficacia del pirantel: para determinar la eficacia de la formulación del pirantel, se utilizó el Test de Reducción en el Conteo de Huevos (TRCH) a las dos semanas posteriores al tratamiento, siguiendo las recomendaciones de la World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP) (Nielsen et al., 2022) para la evaluación de antihelmínticos equinos. La eficacia de la droga (adecuada, sospechosa o resistente) a nivel de establecimientos fue determinada de acuerdo a la reciente guía publicada por la WAAVP (Kaplan et al., 2023) para ser utilizada en protocolos de investigación específicos sobre la actividad del pirantel contra los pequeños estróngilos equinos. Brevemente, se fijó una eficacia objetivo del 98 % (basada en estudios previos con pirantel) y una zona gris sobre la actividad de la droga del 88 al 98 %. Los resultados del TRCH para cada establecimiento fueron clasificados bajo tres posibles escenarios: susceptibles, resistentes o sospechosos. Este esquema de clasificación excluye la posibilidad que la carencia de evidencias de susceptibilidad pueda ser confundidas con el diagnóstico de RA (Denwood et al., 2023) y es presentado en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterio para determinar la eficacia pirantel (6,6 mg/kg de peso pirantel pamoato OVER SRL) utilizando el TRCH (eficacia objetiva 98 % y zona gris del 88 al 98 %) considerando los intervalos de confianza (IC) 90 %.

Eficacia TRCH	Resultados
Adecuada	Límite inferior IC \geq 88 % y límite superior IC \geq 98 %
Sospechosa	Límite inferior del IC $<$ 90 % y límite superior $<$ 98 %
Reducida (Resistencia)	Cuando no se cumplen ninguno de estos criterios

d. *Determinaciones sobre el período de reaparición de huevos:* En el día 28 post tratamiento, se realizó un nuevo TRCH para determinar si existía una reducción en el Período de Reparación de Huevos (PRH) en 104 equinos en los cuales se había determinado previamente la eficacia clínica de la droga. El PRH es droga dependiente y en el caso del pirantel (y frente a poblaciones susceptibles) es actualmente superior a los 28 días (Nielsen et al., 2019; Kaplan et al., 2023) y períodos más cortos indican alteraciones en la *performance* original de la droga. En el presente estudio se fijó al día 28 post tratamiento para establecer si este período estaba acortado en los establecimientos estudiados. De acuerdo a Nielsen et al. (2022) se estableció un umbral basado en el 10 % menos al porcentaje del TRCH observado en el día 14 (por ejemplo, TRCH día 14= 98 %, umbral= 88 %). Luego si en el TRCH del día 28, el límite superior del IC resultó por debajo del umbral, se consideró como un PRH acortado.

e. *Análisis estadístico de los datos:* se utilizó un modelo jerárquico bayesiano que ha sido desarrollado y empleado específicamente para analizar datos producidos por los TRCH (Torgerson et al., 2014; Wang et al., 2018; Kaplan et al., 2023) en una aplicación web (<http://shiny.math.uzh.ch/user/furrer/shinyas/shiny-eggCounts/>). Este modelo utiliza una estimación de la reducción media y los intervalos de confianza (IC) superior e inferior al 90 % en una interfaz web que permite eliminar los errores en una distribución de Poisson en la técnica de conteo (Nielsen et al., 2022; Torgerson et al., 2014).

Resultados

En el presente estudio la eliminación de huevos antes del tratamiento en los equinos mayores de dos años ($n=127$) fue sobredispersa o agregada y en línea con lo observado típicamente con este tipo de datos parasitológicos (Cooper et al., 2020). El rango en los valores del hpg fue de 0-1850 y, de acuerdo a la eliminación de huevos antes del tratamiento, el 43,9 % de los animales fueron considerados como altos eliminadores, el 32,5 % como moderados y el 23,7% como bajos, considerando los puntos de corte tal como se lo expresa en la Tabla 2. En los coprocultivos realizados al pre tratamiento, en 8 establecimientos la totalidad de las larvas observadas fueron clasificadas como pequeños estróngilos. En los tres establecimientos restantes, los pequeños estróngilos representaron entre el 94 y 96 % de las larvas obtenidas, pero también se observó la presencia del 4 al 6 % de larvas de *Strongylus vulgaris*. Todas las larvas observadas en los coprocultivos post tratamiento fueron clasificadas como pertenecientes a pequeños estróngilos.

Tabla 2. Clasificación de los equinos adultos en función de la eliminación de huevos por gramo de heces (hpg) a las pasturas.

Eliminadores o contaminadores de las pasturas	hpg	n	%
Bajos	0 a 200	27	23,7
Moderados	200 a 500	37	32,5
Altos	>500	50	43,8

En los 11 establecimientos estudiados, y de acuerdo a las nuevas guías de la WAAVP para el diagnóstico de resistencia en equinos (Kaplan et al., 2023), el *status* de la RA del pirantel en relación a los valores del TRCH (14 días post tratamiento), resultó adecuada en 9 de ellos (TRCH 97,3 a 99,3 %; límite superior de los IC $>$ 98 %), resistente en uno (TRCH 89,9 % límite superior de los IC $<$ 98 %) y sospechoso en el restante (TRCH 96,8 % límite superior de los IC $<$ 98 %). Una síntesis de estas observaciones es presentada en la Tabla 3. La eficacia a nivel general del pirantel en la totalidad de los equinos es graficada en la Figura 2 tal como fue generada por el

“eggCounts” package in R (<http://www.math.uzh.ch/as/>) y es visualizada como la distribución posterior de la reducción del hpg al día 14 post tratamiento.

Con respecto al PRH, en 9 de los 11 establecimientos (uno se excluyó por *status* de resistencia y en otro los equinos no estuvieron disponibles luego de las determinaciones de eficacia), en los TRCHs llevados a cabo en el día 28 post tratamiento con pirantel (Tabla 3) no se observaron indicios sobre un acortamiento de este período (límites superiores de los IC por debajo del umbral prefijado). En la Figura 3 se observa la información sobre los valores del hpg pre y post tratamiento en el establecimiento considerado como resistente al pirantel empleando el mismo programa con el que se obtuvo la figura anterior.

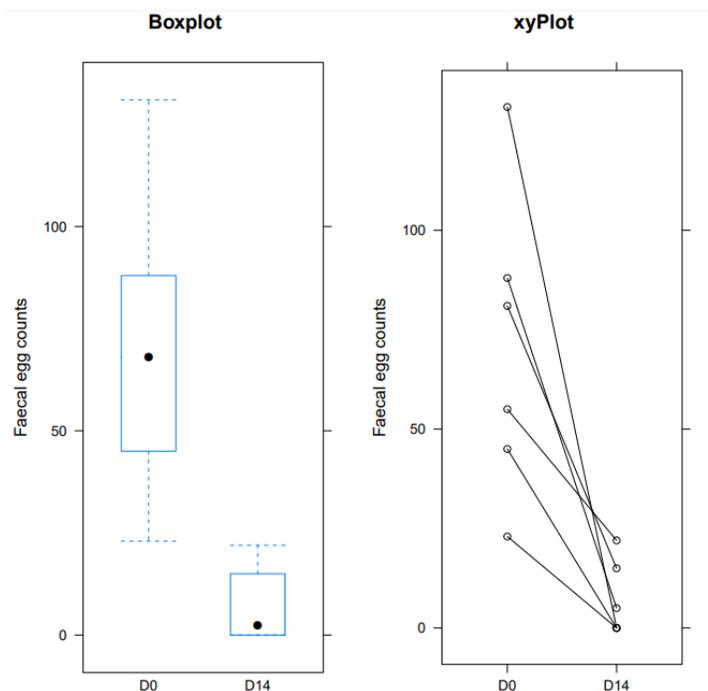


Figura 3. Información sobre los valores del hpg pre y post tratamiento en el establecimiento considerado como resistente al pirantel.

Tabla 3. Determinaciones del número de huevos por gramo de heces pre tratamiento (hpg) y TRCHs con intervalos de confianza (IC) a los 14 días (eficacia) y 28 días post tratamiento con pirantel, empleando (dosis mínima 6,6 mg/kg de peso) en 11 establecimientos equinos.

Establecimiento Ubicación	Categoría	n	Eficacia			
			TRCH Día 14 (IC)	Status RA	TRCH Día 28 (IC)	PRH
1 Córdoba Pozo del Molle	adultos	13	97,7 (96,5-98,6)	susceptible	97,2 (95,9-98,2)	normal
2 Córdoba Río Ceballos	adultos	11	97,9 (96,1-99)	susceptible	99,2 (97,6-99,8)	normal
3 Santa Fe Tostado	adultos	9	98,1 (95,5-99,3)	susceptible	95,1 (88,9-97,8)	normal
4 Santa Fe Presidente Roca	adultos	13	98,5 (97,4-99,2)	susceptible	97,1 (94,1-98,7)	normal
5 Santa Fe Sarmiento	adultos	11	98,1 (96,8-99)	susceptible	95,2 (88,9-90,3)	normal
6 Córdoba Montecristo	adultos	6	97,3 (96-98,3)	susceptible	99,1 (97,6-99,7)	normal

7 Córdoba Pozo del Molle	potrillos	13	96,8 (95,6-97,8)	sospechoso	87,9 (85,5-90,1)	normal
8 Córdoba Santiago Temple	adultos	6	89,9 (86,3-92,7)	resistente	92,6 (84,4-96,5)	-
9 Córdoba Ciudad de Córdoba	adultos	9	99,1 (98-99,7)	susceptible	99,1 (97,4-99,9)	normal
10 Santa Fe Ramona	adultos	13	98,1 (97,2-98,8)	susceptible	96,9 (94,7-98,2)	normal
11 Santa Fe Pozo Borrado	adultos	7	99,3 (97,7-99,9)	susceptible	sin datos	sin datos

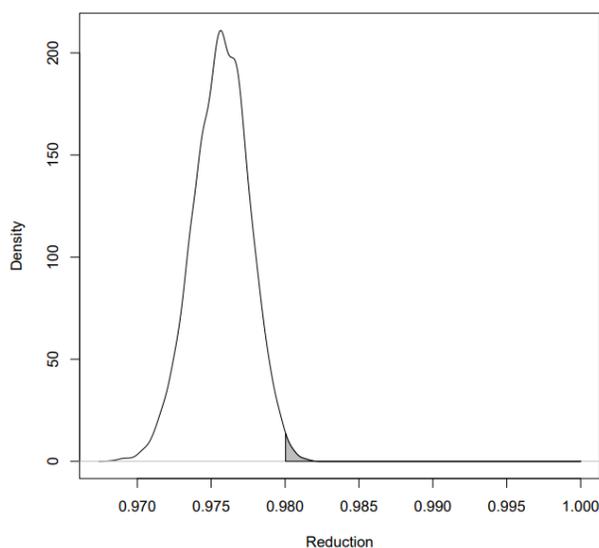


Figura 2. Probabilidad de la distribución posterior de las reducciones en los TRCHs llevados a cabo en todos los equinos tratados con pamoato de pirantel en el día 14 post tratamiento (n= 111).

Discusión

La resistencia al pirantel por los pequeños estróngilos ha sido revisada recientemente por Nielsen (2022) indicando su presencia en al menos 34 países del mundo. La mayoría de estos estudios pertenecen a América del Norte y Europa donde el uso de la droga es muy común y la prevalencia de la resistencia es importante, comprometiendo seriamente la eficacia de la misma. La documentación citada arriba incluye también países del hemisferio sur como Brasil, Sudáfrica, Australia o Nueva Zelanda. En la Argentina los antihelmínticos equinos de mayor uso son por lejos las lactonas macrocíclicas, seguidas por los benzimidazoles (Anziani y Arduzzo, 2017), mientras que el pirantel es de uso reducido. Así, por ejemplo, el 1 % de los equinos deportivos en actividad recibe tratamiento con pirantel (Losinno et al., 2018), y un reciente estudio sobre más de 17.000 animales de 85 establecimientos de cría, indica que solo el 13 % de los mismos había utilizado esta droga en potrillos o en adultos (Cooper *at al*, 2021). En este contexto, es importante considerar que la tasa a la cual se desarrolla la resistencia depende de la presión de selección ejercida sobre la población parasitaria. La baja frecuencia de uso del pirantel en el área central de la Argentina, y particularmente en las provincias de Santa Fe y Córdoba, (Cooper et al., 2021) podría explicar, al menos en parte, la susceptibilidad actual de los pequeños estróngilos a la droga en la mayoría de los establecimientos estudiados. Se desconoce la situación en otras provincias, como por ejemplo Buenos Aires, donde el uso del pirantel es mayor que en la región centro de Argentina (Cooper et al., 2021). En el presente trabajo, la resistencia al pirantel pudo ser determinada conclusivamente en solo uno de los 10 establecimientos de las provincias de Santa Fe y Córdoba mientras en otro, el *status* fue clasificado como sospechoso o inconcluso. Esta categoría de no conclusivo o sospechoso, no implica necesariamente una forma temprana de resistencia y probablemente estén involucrados otros factores que

pueden afectar los resultados, como por ejemplo una alta variabilidad en los conteos de huevos en los equinos que componen el grupo (Vidyashankar et al., 2012). Es conocido que los datos en el TRCH luego del tratamiento con pirantel, pueden ser muy variables, constituyendo un desafío para el análisis de los mismos (Nielsen et al., 2013). En estos casos y como ha sido sugerido en los nuevos protocolos WAAVP (Kaplan et al., 2023), repetir el TRCH incluyendo más animales, podría distinguir entre resistencia antihelmíntica y la inherente variabilidad que pueden presentar los resultados no conclusivos. En los modelos bayesianos de las nuevas guías WAAVP (Kaplan et al., 2023) utilizadas en nuestro estudio, el umbral para detectar resistencia focaliza en los límites superiores e inferiores de los IsC (y no tanto en el *cut off* del TRCH). Este protocolo, aparece como más estricto para detectar resistencia al pirantel y hace compleja la comparación con la mayoría de los estudios previos realizados en otros países del mundo. En la Argentina, la única documentación sobre fallas terapéuticas con el uso del pirantel contra pequeños estróngilos pertenecen a un haras de la provincia de Buenos Aires (sin antecedentes de uso de la droga) donde se informaron eficacias del 81,4% y 88,8% en potros y yeguas, respectivamente (Perdomo, 2019). Para el trabajo de referencia, la eficacia se determinó con cálculos aritméticos siguiendo a Nielsen et al. (2019). No obstante, si los datos originales del trabajo de Perdomo (2019) se analizan bajo el nuevo protocolo WAAVP (Kaplan et al., 2023) el *status* sobre estas poblaciones parasitarias prácticamente no se modificaría y la clasificación de la droga sería como resistente y sospechosa en las categorías de potros y yeguas respectivamente.

En nuestro trabajo, en el día 28 post tratamiento, se realizó un nuevo TRCH para determinar si existía una reducción en el período de reaparición de huevos (PRH) luego del tratamiento. Este segundo TRCH se realizó en 9 de los 10 establecimientos en los cuales no se detectaron poblaciones resistentes. El PRH es droga dependiente y en el caso del pirantel (y frente a poblaciones susceptibles) es actualmente superior a las 4 semanas (Nielsen et al., 2019). Originalmente se consideraba a que períodos más cortos del PRH indicarían la presencia de fenómenos tempranos de RA (Peregrine et al., 2014; Relf et al. 2014; Nielsen et al., 2019). No obstante, estudios recientes indican que períodos acortados del PRH, implican indudablemente importantes cambios en la *performance* de la droga, pero no necesariamente un preanuncio de RA (Nielsen, 2022; Macdonald et al., 2023). En el presente trabajo, y exceptuando el establecimiento con *status* de resistencia, el PRH fue superior a las 4 semanas en todos los restantes, lo cual se encuentra en línea con las observaciones de los primeros estudios de la droga (Lyons et al., 1996; Drudge et al., 1982; Boersema et al., 1995 y 1996).

Al igual que en estudios previos (Cooper et al., 2020; Cooper et al., 2023) que muestran porcentajes similares, en el presente trabajo aproximadamente el 56 % de los equinos al momento del tratamiento fueron considerados como bajos o moderados eliminadores/contaminadores de las pasturas antes del tratamiento. A diferencia de los rumiantes, la consistencia que muestran los valores del hpg en los equinos permitiría tratar selectivamente solo a los animales considerados como altos eliminadores (por ejemplo 400 a 500 hpg) y dejar el resto sin tratamientos (Döpfer et al., 2004; Nielsen et al., 2006; Becher et al., 2010). Los presentes datos enfatizan la posibilidad de tratar selectivamente a los equinos considerados como altos eliminadores/contaminadores disminuyendo el uso de antihelmínticos y también la presión de selección sobre el genoma parasitario, permitiendo la formación de poblaciones “en refugio” para demorar el desarrollo de RA y mantener la sustentabilidad del control químico. No obstante, los coprocultivos de tres establecimientos en los cuales la frecuencia en el uso de antihelmínticos era superior a los 10 meses, se observó la presencia de *Strongylus vulgaris* en los coprocultivos pre tratamiento. El ciclo de vida de *S. vulgaris* es completado entre los 6 a 7 meses de la ingestión de pasturas contaminadas con larvas de tercer estadio. Los esquemas de tratamientos selectivos (TS) donde los bajos contaminadores/eliminadores no son tratados, permitiría que este parásito de reconocida patogenicidad, complete su ciclo de vida y aumente su prevalencia en estos equinos. Para resolver este problema, los establecimientos que utilizan los TS contra pequeños estróngilos podrían emplear al menos un tratamiento masivo anual a todo el grupo animal independiente de sus valores de hpg (Nielsen 2012 y 2015; Nielsen et al., 2014; Geurden et al., 2021). Bajo las condiciones en las que se desarrolla la producción equina de la Argentina, el esquema de los TS en animales adultos también podría ser aplicado adoptando este requerimiento. En este contexto, la presencia de *S. vulgaris* en tres de los establecimientos aquí estudiados, más que limitar la aplicabilidad de los TS, enfatiza en el uso de coprocultivos e identificación larvaria y amerita futuras investigaciones para determinar su prevalencia, la cual es actualmente desconocida en nuestro país.

En resumen, el presente estudio demostró la presencia de poblaciones resistentes al pirantel en uno de 11 establecimientos estudiados, mientras que, en otro, el *status* se consideró como sospechoso. La eficacia de la droga aún aparece como aceptable para el control de los pequeños estróngilos equinos en esta región. Este estudio también aportó información de base sobre el período de reaparición de huevos a las 4 semanas post tratamiento con pirantel en equinos del área central del país y estos datos podrían ser utilizados en futuros trabajos comparativos de monitoreo sobre la *performance* de la droga en el campo. En tres de los 11

establecimientos estudiados se detectó la presencia de *Strongylus vulgaris* indicando que la ausencia de tratamientos por períodos prolongados podría permitir la re emergencia de este parásito. Los tratamientos selectivos para el control de los pequeños estróngilos en equinos adultos deberían considerar esta situación, pero aparecen actualmente como la estrategia basada en evidencias más racional para el control sustentable de estos parásitos.

Agradecimientos

A la Secretaría de Investigación de la Universidad Católica de Córdoba por la financiación parcial de las actividades y al personal de campo de los establecimientos ganaderos de dicha Universidad (La Toma y Santa Julia) por la colaboración en tareas de campo.

Referencias bibliográficas

- Anziani OS, Catanzaritti H. 2005. Resistencia a los benzimidazoles en nematodos de los equinos en Santa Fe, Argentina. *Vet. Arg.* 218: 571-578.
- Anziani OS, Arduso G 2017. Resistencia a los antihelmínticos en nematodos intestinales que parasitan a los equinos en la Argentina. *INTA-RIA.* 43: 24-35.
- Anziani OS, Muchiut S, Cooper L, Cerutti J. 2016. Small strongyles (cyathostomes) and benzimidazoles. Persistence of *status* of resistance after nine years without the use of these drugs and efficacy of ivermectin about this parasite population. *J. Equine Vet. Sci.* 39: 52-55. DOI: 10.1016/j.jevs.2016.02.115
- Becher AM, Mahling M, Nielsen MK, Pfister K. 2010. Selective anthelmintic therapy of horses in the Federal states of Bavaria (Germany) and Salzburg (Austria): an investigation into strongyle egg shedding consistency. *Vet. Parasitol.* 171:116-122. DOI: 10.1016/j.vetpar.2010.03.001
- Boersema JH, Borgsteede FH, Eysker M, Saedt I. 1995. The reappearance of strongyle eggs in faeces of horses treated with pyrantel embonate. *Vet. Q.* 17: 18-20. DOI: 10.1080/01652176.1995.9694524
- Boersema JH, Eysker M, Maas J, van Der Aar WM. 1996. Comparison of the reappearance of strongyle eggs on foals, yearlings and adult horses after treatment with ivermectin or pyrantel. *Vet. Q.* 18: 7-9. DOI: 10.1080/01652176.1996.9694602
- Brady H & Nichols W. 2009. Drug resistance in equine parasites: an emerging global problem. *J. Equine Vet. Sci.* 29: 285-295. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2009.04.186>
- Carroll CL & Huntington PJ. 1988. Body condition scoring and weight estimation of horses. *Equine Vet. J.* 20:41-45. DOI: 10.1111/j.2042-3306.1988.tb01451.x
- Cerutti J, Cooper L, Caffè G, Cervilla N, Muchiut S, Anziani OS. 2012. Resistencia de los pequeños estróngilidos (grupo Cyathostomas) a los benzimidazoles en equinos del área central de la Argentina. *Rev. InVet.* 14: 41-46.
- Cooper LG, Paz Benard BJ, Molinelli A, Caffè G, Fernandez Llanos I, Fassola LA, Cerutti J, Anziani OS. 2020. Eliminación de huevos de los pequeños estróngilos en la materia fecal de los equinos y su importancia práctica en la posibilidad de tratamientos selectivos. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias.* 19: 1-6. DOI: 10.14409/favecv.v19i1.8977
- Cooper LG, Paz Benard BJ, Nielsen MK, Molineri A, Anziani OS. 2021. A survey of helminth control practices on large horse farms in Argentina. *Equine Vet. J.* 53: 50-50. DOI:10.1111/evj.71_13495
- Cooper LG, Paz Benard BJ, Caffè G, Fernández Llanos I, Anziani OS. 2023. Evaluaciones sobre la eficacia clínica de la ivermectina en el control de los pequeños estróngilos equinos (*Cyathostoma* spp). *Status* de susceptibilidad o resistencia en establecimientos del área central de la Argentina. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias.* 22: 1-17. DOI: 0.14409/favecv.2023.22.e0012
- Denwood MJ, Kaplan RM, McKendrick IJ, Thamsborg SM, Nielsen MK, Levecke B. 2023. A statistical framework for calculating prospective sample sizes and classifying efficacy results for faecal egg count reduction tests in ruminants, horses and swine. *Vet. Parasitol.* 314:1-12. DOI: 10.1016/j.vetpar.2022.109867
- Döpfer D, Kerssens CM, Meijer YG, Boersema JH, Eysker M. 2004. Shedding consistency of strongyle-type eggs in Dutch boarding horses. *Vet. Parasitol.* 124: 249-258. DOI: 10.1016/j.vetpar.2004.06.028

- Drudge JH, Lyons ET, Tolliver SC, Kubis JE. 1982. Pyrantel in horses: clinical trials with emphasis on a paste formulation and activity on benzimidazole-resistant small strongyles. *Vet. Med. Small. Anim. CLIn.* 77: 957-967.
- Geurden T, De Keersmaecker F, De Keersmaecker S, Claerebout E, Leathwick DM, Nielsen MK, Sauermann CW. 2021. Three-year study to evaluate an anthelmintic treatment regimen with reduced treatment frequency in horses on two study sites in Belgium. *Vet. Parasitol.* 298:1-16. DOI: 10.1016/j.vetpar.2021.109538
- Gokbulut C, McKellar QA. 2018. Anthelmintic drugs used in equine species. *Vet. Parasitol.* 261: 27-52. DOI: 10.1016/j.vetpar.2018.08.002
- Kaplan RM, Denwood MJ, Nielsen MK, Thamsborg SM, Torgerson PR, Gilleard JS, Dobson RJ, Vercruysse J, Levecke B. 2023. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P) guideline for diagnosing anthelmintic resistance using the faecal egg count reduction test in ruminants, horses and swine. *Vet. Parasitol.* 318:1-20. DOI: 10.1016/j.vetpar.2023.109936
- Lichtenfels JR, Kharchenko VA, Dvojnjos GM. 2008. Illustrated identification keys to strongylid parasites (strongylidae: Nematoda) of horses, zebras and asses (Equidae). *Vet.Parasitol.* 156:1-158. DOI: 10.1016/j.vetpar.2008.04.026
- Losinno SJ, Aguilar J, Carbonetti L, Ferniot E, San Esteban F, Flores Suarez CM. A survey on parasite control in sport horses of Argentina and other regional countries. 2018. *Vet. Parasitol. Reg. Stud. Reports.* 13:74-78. DOI: 10.1016/j.vprsr.2018.04.004
- Lyons ET, Tolliver SC, Drudge JH, Stamper S, Swerczek TW, Granstrom DE. 1996. Critical test evaluation (1977-1992) of drug efficacy against endoparasites featuring benzimidazole-resistant small strongyles (population S) in Shetland ponies. *Vet Parasitol.* 66: 67-73. DOI: 10.1016/s0304-4017(96)00997-1
- Macdonald SL, Abbas G, Ghafar A, Gauci CG, Bauquier J, El-Hage C, Tennent-Brown B, Wilkes EJA, Beasley A, Jacobson C, Cudmore L, Carrigan P, Hurley J, Beveridge I, Hughes KJ, Nielsen MK, Jabbar A. 2023. Egg reappearance periods of anthelmintics against equine cyathostomins: The state of play revisited. *Int. J. Parasitol. Drugs Drug Resist.* 21:28-39. DOI: 10.1016/j.ijpddr.2022.12.002
- Nielsen MK, Haaning N, Olsen SN. 2006. Strongyle egg shedding consistency in horses on farms using selective therapy in Denmark. *Vet. Parasitol.* 135: 333-335. DOI: 10.1016/j.vetpar.2005.09.010
- Nielsen MK. 2012. Sustainable equine parasite control: perspectives and research needs. *Vet. Parasitol.* 185: 32-44. DOI: 10.1016/j.vetpar.2011.10.012
- Nielsen MK, Vidyashankar AN, Hanlon BM, Diao G, Petersen SL, Kaplan RM. 2013. Hierarchical model for evaluating pyrantel efficacy against strongyle parasites in horses. 2013. *Vet. Parasitol.* 197: 614-622. DOI: 10.1016/j.vetpar.2013.04.036
- Nielsen MK, Pfister K, von Samson-Himmelstjerna G. 2014. Selective therapy in equine parasite control--application and limitations. *Vet Parasitol.* 202: 95-103. DOI: 10.1016/j.vetpar.2014.03.020
- Nielsen MK. 2015. Universal challenges for parasite control: a perspective from equine parasitology. *Trends Parasitol.* 31: 282-284. DOI: 10.1016/j.pt.2015.04.013
- Nielsen MK, Mittel L, Grice A, Erskine M, Graves E, Vaala W, Tully R, French D, Bowman R, Kaplan R. 2019. AAEP American Association of Equine Practitioners Parasite Control Guidelines. Online at www.aaep.org. Acceso 10 Mayo 2023.
- Nielsen MK, von Samson-Himmelstjerna G, Kuzmina TA, van Doorn DCK, Meana A, Rehbein S, Elliott T, Reine-meyer CR. 2022. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP): Third edition of guideline for evaluating the efficacy of equine anthelmintics. *Vet. Parasitol.* 303:1-9. DOI: 10.1016/j.vetpar.2022.109676
- Nielsen MK, 2022. Anthelmintic resistance in equine nematodes: Current *status* and emerging trends. *Int. J. Parasitol. Drugs. Drug. Resist.* 20:76-88. DOI: 10.1016/j.ijpddr.2022.10.005
- Perdomo R, Cantón G, Fiel C. 2019. Evaluación de la resistencia antihelmíntica en equinos en un establecimiento de la Provincia de Buenos Aires. Universidad Nacional del Centro. 38 pp. Online: <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/baaa5137-c345-41fb-98eb-5f74b9d92c23/content>. Acceso 10 mayo 2023.

- Peregrine AS, Molento MB, Kaplan RM, Nielsen MK. 2014. Anthelmintic resistance in important parasites of horses: does it really matter? *Vet. Parasitol.* 201: 1-8. DOI: 10.1016/j.vetpar.2014.01.004
- Relf VE, Lester HE, Morgan ER, Hodgkinson JE, Matthews JB. 2014. Anthelmintic efficacy on UK Thoroughbred stud farms. *Parasitol. Int.* 44: 507-514. DOI: 10.1016/j.ijpara.2014.03.006
- Russell AF. 1948. The development of helminthiasis in Thoroughbred foals. *J. Comp. Path. Therap.* 58: 107-127. DOI: 10.1016/s0368-1742(48)80009-3
- Scott I, Bishop RM, Pomroy WE. 2015. Anthelmintic resistance in equine helminth parasites—a growing issue for horse owners and veterinarians in New Zealand? *N.Z.Vet.J.* 63: 188-198. DOI: 10.1080/00480169.2014.987840
- Torgerson PR, Paul M, Furrer R. 2014. Evaluating faecal egg count reduction using a specifically designed package "eggCounts" in R and a user friendly web interface. *Int. J. Parasitol.* 44: 299-303. DOI: 10.1016/j.ijpara.2014.01.005
- Vidyashankar AN, Hanlon BM, Kaplan RM. 2012. Statistical and biological considerations in evaluating drug efficacy in equine strongyle parasites using fecal egg count data. *Vet. Parasitol.* 185: 45-56. DOI: 10.1016/j.vetpar.2011.10.011
- von Samson-Himmelstjerna G. 2012. Anthelmintic resistance in equine parasites-detection, potential clinical relevance and implications for control. *Vet.Parasitol.* 185: 2-8. DOI: 10.1016/j.vetpar.2011.10.010
- Wang C, Torgerson PR, Kaplan RM, George MM, Furrer R. 2018. Modelling anthelmintic resistance by extending eggCounts package to allow individual efficacy. *Int. J. Parasit. Drugs Drug Resist.* 8:386-393. DOI: 10.1016/j.ijpddr.2018.07.003