

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA
FACULTADE DE VETERINARIA DE LUGO



**“EPIDEMIOLOGÍA Y CONTROL
DE LOS PRINCIPALES
PARASITISMOS DEL CABALLO
EN GALICIA”**

IVÁN FRANCISCO VÁZQUEZ

Lugo, marzo de 2010

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA
FACULTADE DE VETERINARIA DE LUGO



**“EPIDEMIOLOGY AND CONTROL
OF THE MAIN PARASITISMS
IN HORSES FROM GALICIA”**

IVÁN FRANCISCO VÁZQUEZ

Lugo, marzo de 2010



UNIVERSIDADE DE
SANTIAGO DE COMPOSTELA

Departamento de Patoloxía
Animal
Facultad de Veterinaria
Campus Universitario, s/n.
27002 LUGO (España)
Tfno. 982 285 900 – 982 252 350

DÑA. MARÍA SOL ARIAS VÁZQUEZ, Profesora Ayudante Doctora del Área de Sanidade Animal de la Facultade de Veterinaria de Lugo, Universidade de Santiago de Compostela,

D. JOSÉ LUIS SUÁREZ GARCÍA DE PAREDES, Jefe de Sección de Explotaciones e Industrias Agrarias de la Excma. Deputación Provincial de Lugo, Doctor del Área de Sanidade Animal de la Facultade de Veterinaria de Lugo, Universidade de Santiago de Compostela,

D. ADOLFO PAZ SILVA, Profesor Titular del Área de Sanidade Animal de la Facultade de Veterinaria de Lugo, Universidade de Santiago de Compostela,

INFORMAN:

Que la Tesis Doctoral titulada **“EPIDEMIOLOGÍA DE LAS PRINCIPALES PARASITISMOS DEL CABALLO GALLEGO”**, que presenta D. IVÁN FRANCISCO VÁZQUEZ para optar al Título de Doctor en Veterinaria, ha sido realizada bajo la dirección conjunta de los abajo firmantes, y a nuestro juicio reúne las condiciones legales precisas.

Y para que conste a los efectos oportunos, firmamos en Lugo, a 26 de febrero de 2010.

María Sol Arias Vázquez

José Luis Suárez García de Paredes

Adolfo Paz Silva

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi agradecimiento más sincero a todas las personas que directa o indirectamente han contribuido a la realización de la presente Tesis Doctoral, y en especial:

A mis directores, la Dra. Marisol Arias Vázquez, la primera persona con la que he dado mis primeros pasos en la investigación y con la que he tenido el placer de compartir grandes momentos de alegría y a veces también de fiesta; el Dr. José Luis Suárez García de Paredes por orientarme en mi iniciación en el mundo de la Inmunología, resolver mis contratiempos, acogerme en su despacho y como no, por los inolvidables y provechosos momentos de tertulia, además de brindarme la posibilidad de colaborar en otros campos de investigación; el Prof. Dr. Adolfo Paz Silva por dedicarme gran parte de su tiempo, tanto en el Departamento como fuera de él. Ha sido una de las personas clave para mi formación profesional y personal y con la que me une una gran amistad. Siempre ha sabido ayudarme cuando lo he necesitado, especialmente en momentos difíciles.

A la Profa. Dra. Rita Sánchez-Andrade Fernández, por su dedicación, sus valiosos consejos y cumplidos, inestimable ayuda y amabilidad, y por estar siempre pendiente de mí y por ayudarme a tratar de tener siempre una sonrisa en mi cara.

A los Catedráticos del Departamento de Patología Animal, Profa. Dra. M^a Patrocinio Morrondo Pelayo y Prof. Dr. Pablo Díez Baños, por darme la oportunidad de formar parte de este extraordinario grupo de investigación.

A los Profesores Dres. Rosario Panadero Fontán y Ceferino López Sánchez por su disponibilidad, colaboración, así como por sus continuas lecciones informáticas.

Al Dr. Ángel Romasanta Blanco por su alegría y por su complicidad. Al Dr. Pablo Díaz Fernández por su amabilidad, y al Dr. Vicente Dacal Rivas por los inolvidables momentos que hemos compartido.

A los doctorandos Luis Vázquez, Javi Pato, Jesús Sánchez, Pablo Piñeiro, Cristiana, Sandra, Sara, Estefanía, Adriana y Patricia por su ayuda en todo momento y por enseñarme la cara divertida de la investigación. Mención especial para los doctorandos Rubén Francisco y

Javier Cortiñas, compañeros de muestreos con los que he pasado mis mejores momentos durante los últimos años y cuya ayuda ha sido clave para poder realizar esta Tesis.

A mis amigos y compañeros de carrera: Pablo, con él he compartido momentos buenos y momentos muy difíciles; a “mis niñas” Yayita, Sana, Sany, Esther, Cris, Beas, Ángela por caminar junto a mí en tan larga travesía y por dar un giro hacia la diversión y felicidad. A mis amigos y compañeros de trabajo Diego y Cándido por su complicidad, confianza, consejos y enseñanzas.

Sin duda, para mí, lo más importante son los amigos y familia. Los verdaderos amigos ya los he nombrado, tanto fuera como dentro del Departamento, así debo agradecer:

A mis abuelos Albino, Estrella, Feliciano y Carmen, a mis padrinos Felipe y Trini, a mis tíos y primos, por todo lo que me han apoyado en los momentos difíciles y por contribuir a mi educación.

A mi segunda familia, Manuel, Mary, Sergio, Otilia por ayudarme a superar los peores momentos de mi vida en los dos últimos años y porque es en esta familia donde he encontrado a la persona que quiero y amo, MI MÁS QUE NOVIA PATRI, quien ha tenido que aguantar mis idas y venidas, incluso acompañarme en mi aventura americana.

EN ESPECIAL me gustaría dedicar esta Tesis a mis a mis dos hermanos Rubén y Efrén, por su cariño y apoyo constantes, incluso en los momentos en que lo más fácil hubiese sido tirar la toalla; a mis padres Ramón y Eva por sus ánimos y por la educación recibida, por saber salir de momentos difíciles y por su confianza. A mis abuelos, por enseñarnos que el esfuerzo lo puede casi todo.

A todos MUCHAS GRACIAS

Financiación

El presente Trabajo ha sido posible gracias a la financiación y colaboración de los organismos públicos y privados que se relatan a continuación:

Becas

“Bolsa para a realización dos Estudos de Terceiro Ciclo”. Consellería de Educación, Xunta de Galicia.

“Bolsa Predoutoral M^a Barbeito”. Consellería de Innovación e Industria, Xunta de Galicia.

Proyectos de Investigación

"Estudio de las principales parasitosis del caballo gallego", Consellería de Innovación e Industria, Xunta de Galicia (2006-2007)

“Estrategias de control biológico de los parásitos del caballo salvaje para la gestión sostenible de la biomasa en el monte gallego”, Consellería de Innovación e Industria, Xunta de Galicia (2007-2010)

Contratos de Investigación

“Estudo das principais parasitoses do cabalo de pura raza galega”, Asociación de Criadores de Cabalos Pura Raza Galega (PURAGA, Muras, Lugo) (2007-2008).

“Principales parasitosis del caballo en extensivo”, Laboratorios Karizoo S.A. P.I. (Barcelona) (2008).

“Estudio de las posibilidades de control de enfermedades parasitarias en caballos de Galicia”, PFIZER, S.A. (Madrid) (2008).

"Estudio do estado sanitario do cabalo Pura Raza Galega: efecto das parasitoses na reprodución", A. y C. MARPU S.L. (A Coruña).

Publicaciones

Parte de los resultados obtenidos en el desarrollo de este Trabajo han sido publicados en los siguientes artículos de investigación:

En revistas indexadas

FRANCISCO, I., ARIAS, M., CORTIÑAS, F.J., FRANCISCO, R., MOCHALES, E., DACAL, V., SUÁREZ, J.L., URIARTE, J., MORRONDO, P., SÁNCHEZ-ANDRADE, R., DÍEZ-BAÑOS, P. AND PAZ-SILVA, A. (2009). Intrinsic factors influencing the infection by helminth parasites in horses under an oceanic climate area (NW Spain). **Journal of Parasitology Research**, doi:10.1155/2009/616173.

FRANCISCO, I., ARIAS, M., CORTIÑAS, F.J., FRANCISCO, R., MOCHALES, E., SÁNCHEZ, J.A., VÁZQUEZ, L., SUÁREZ, J.L., MORRONDO, P., URIARTE, J., SÁNCHEZ-ANDRADE, R., DÍEZ-BAÑOS, P., AND PAZ-SILVA, A. (2009). Silvopastoralism and autochthonous equine livestock. Analysis of the infection by endoparasites. **Veterinary Parasitology**, 164: 357-362.

FRANCISCO I, SÁNCHEZ JA, CORTIÑAS FJ, FRANCISCO R, MOCHALES E, ARIAS M, MULA P, SUÁREZ JL, MORRONDO P, DÍEZ-BAÑOS P, SÁNCHEZ-ANDRADE R, PAZ-SILVA A. (2009). Clinical trial of efficacy of ivermectin pour-on against gastrointestinal parasitic nematodes in silvopasturing horses. **Equine Veterinary Journal**, 41: 713-715.

R. SÁNCHEZ-ANDRADE, F.J. CORTIÑAS, I. FRANCISCO, J.A. SÁNCHEZ, P. MULA, C. CAZAPAL, J.L. SUÁREZ, R. FRANCISCO, M.S. ARIAS, A. SCALA, P. DÍEZ-BAÑOS, P. MORRONDO and A. PAZ-SILVA. (2010). A novel 2nd instars-*Gasterophilus* excretory/secretory antigen-based ELISA for the diagnosis of gasterophilosis in grazing horses. Guidelines to an accurate chemotherapy. **Veterinary Parasitology** (aceptado para su publicación)

F.J. CORTIÑAS, I. FRANCISCO, J.A. SÁNCHEZ, P. MULA, C. CAZAPAL, J. SUÁREZ, L. VÁZQUEZ, R. FRANCISCO, M.S. ARIAS, P. DÍEZ-BAÑOS, A. SCALA, P. MORRONDO, A. PAZ-SILVA AND R. SÁNCHEZ-ANDRADE. (2010). Analysis of the IgG-antibody response against *Gasterophilus intestinalis* in silvopasturing horses from NW Spain as a contribution to the chronobiology of this myiasis. **Revista Ibero-latinoamericana de Parasitología** (aceptado para su publicación)

PAZ-SILVA, A., FRANCISCO, R., SANNA, G., FRANCISCO, I., CORTIÑAS, F.J., SÁNCHEZ, J.A., ARIAS, M., SUÁREZ, J.L., MORRONDO, P., AND SÁNCHEZ-ANDRADE, R. (2010). FPLC-isolation of antigens from cyathostomin third stage larvae. Potential application to the evaluation of chemotherapy in horses under field conditions. **Parasitology Research** (aceptado para su publicación)

En revistas no indexadas, monografías y capítulos de libros

SÁNCHEZ, J.A.; FRANCISCO, I.; SUÁREZ, J.L.; ARIAS, M.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; CORTIÑAS, J.; DACAL, V.; DÍEZ-BAÑOS, P.; PAZ-SILVA, A. (2007). Nuevas perspectivas de control parasitario en caballos salvajes: Pura Raza Galega. **Situación actual y futuro de las razas puras**, Volumen Extra: 124.

FRANCISCO, I.; ARIAS, M.S.; SUAREZ, J.L.; PAINCEIRA, A.; CORTIÑAS, J.; DIAZ, P.; MORRONDO, P.; SANMARTÍN, M.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; PAZ, A. (2007). Sostenibilidad del caballo pura raza galega: estudio parasitológico. **Situación actual y futuro de las razas puras**, Volumen Extra: 123.

ARIAS, M.S.; FRANCISCO, I.; SUAREZ, J.L.; PAINCEIRA, A.; CORTIÑAS, J.; DIAZ, P.; DIEZ-BAÑOS, P.; MORRONDO, P.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; PAZ, A. (2007). Análisis de riesgo de infección por nematodos gastrointestinales en el caballo gallego. **Medicina y Cirugía equina**, Volumen Extra: 215-220.

A. PAZ-SILVA, R. SÁNCHEZ-ANDRADE, I. FRANCISCO (2008). Diagnóstico de parasitosis equinas. **Equinus**, **22**: 46-63.

FRANCISCO I., POSE H., SÁNCHEZ J., ARIAS M., SUÁREZ J.L., PAINCEIRA A., CORTIÑAS F.J., DACAL V., VÁZQUEZ L., FRANCISCO R., DÍEZ-BAÑOS P., MORRONDO P., SÁNCHEZ-ANDRADE R., PAZ-SILVA A. (2008). Consideraciones sobre la importancia de los principales parásitos digestivos del caballo en Galicia. **Xóvenes agricultores, maio-xuño**: 37- 45.

J.A. SÁNCHEZ, I. FRANCISCO, F.J. CORTIÑAS, R. FRANCISCO, E. MOCHALES, M. ARIAS, L. VÁZQUEZ, J.L. SUÁREZ, FRANCISCO DÍAZ, P. MORRONDO, R. SÁNCHEZ-ANDRADE, A. PAZ-SILVA. (2009). Dificultades en la interpretación de la relación parasitación-hematología en caballos en pastoreo. **X Congreso Internacional de Medicina y Cirugía Equina**. Volumen Extra: 145-149.

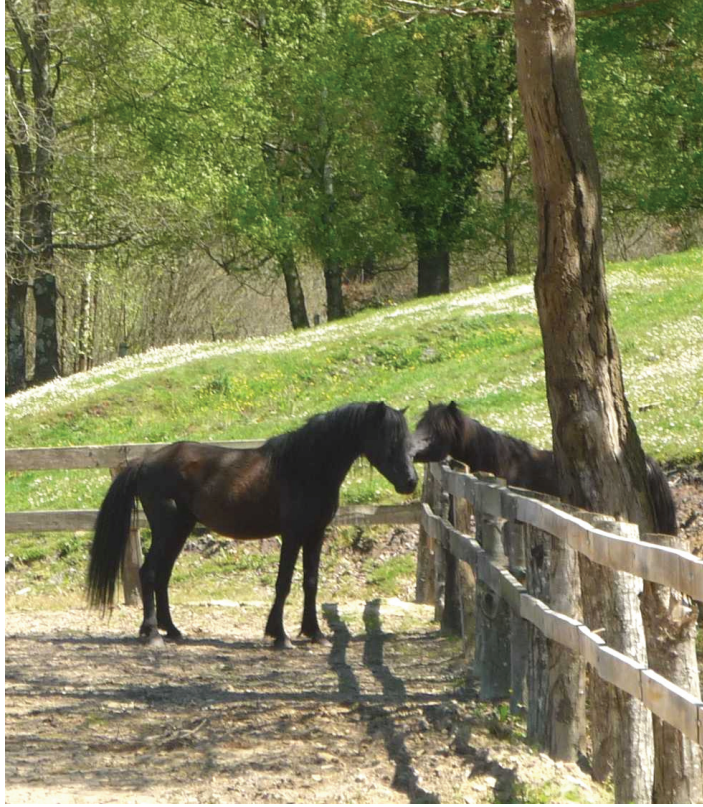
J.A. SÁNCHEZ, I. FRANCISCO, F.J. CORTIÑAS, R. FRANCISCO, V. DACAL, L. VÁZQUEZ, F.J. PATO, J. SUÁREZ, I. CASARIEGO, C. CAZAPAL, J.L. SUÁREZ, M. ARIAS, A. RIGUEIRO, P. DÍEZ-BAÑOS, R. SÁNCHEZ-ANDRADE, A. PAZ-SILVA. (2009). Aliado de la naturaleza: Équidos y sostenibilidad. **Ecuestre**, **323**: 14-17.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
PARÁSITOS QUE AFECTAN AL GANADO EQUINO	11
<i>Protozoos</i>	<i>11</i>
<i>Cestodos</i>	<i>14</i>
<i>Trematodos</i>	<i>15</i>
<i>Nematodos</i>	<i>16</i>
<i>Artrópodos</i>	<i>23</i>
<i>Cronobiología de las infecciones parasitarias</i>	<i>25</i>
ACCIÓN PATÓGENA	30
<i>Cestodos</i>	<i>30</i>
<i>Trematodos</i>	<i>31</i>
<i>Nematodos</i>	<i>32</i>
<i>Artrópodos</i>	<i>37</i>
DETECCIÓN DE INFECCIONES PARASITARIAS	39
<i>Laboratorial</i>	<i>39</i>
<i>Examinación post-mortem</i>	<i>46</i>
<i>Observación in vivo</i>	<i>46</i>
PREVALENCIA E INTENSIDAD DE INFECCIONES PARASITARIAS EN CABALLOS	47
<i>Prevalencia de infección</i>	<i>47</i>
<i>Intensidad de parasitación</i>	<i>55</i>
<i>Factores relacionados con la parasitación por helmintos y agentes causantes de miasis en équidos</i>	<i>57</i>
CONTROL DE PARASITACIÓN EN EQUINOS	62
<i>Prácticas más frecuentes para el control de infecciones parasitarias en équidos</i>	<i>63</i>
<i>Quimioterapia como medida de control parasitario en caballos</i>	<i>67</i>
<i>Posibilidades de control de las fases de vida libre en el medio</i>	<i>80</i>
CAPÍTULO I: Diagnóstico de las principales infecciones parasitarias del ganado equino del noroeste de España	85
1.1. INTRODUCCIÓN	87

1.2. MATERIAL Y MÉTODOS	89
1.2.1. <i>Diseño experimental</i>	89
1.2.2. <i>Técnicas coprológicas</i>	90
1.2.3. <i>Técnicas inmunoenzimáticas</i>	93
1.2.4. <i>Análisis estadístico</i>	95
1.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	97
1.3.1. <i>Parásitos del ganado equino gallego</i>	97
1.3.2. <i>Prevalencia de infección</i>	98
CAPÍTULO II: Epidemiología y cronobiología de las infecciones parasitarias del ganado equino del noroeste español	109
2.1. INTRODUCCIÓN	111
2.2. MATERIAL Y MÉTODOS	112
2.2.1. <i>Estimación de factores de riesgo asociados a la infección por helmintos y artrópodos en équidos del noroeste español</i>	112
2.2.2. <i>Cronobiología de infecciones parasitarias en caballos del noroeste peninsular</i>	114
2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	117
2.3.1. <i>Influencia de factores intrínsecos y extrínsecos</i>	117
2.3.2. <i>Cronobiología de las infecciones parasitarias</i>	128
CAPÍTULO III: Medidas de control parasitario	135
3.1. INTRODUCCIÓN	137
3.2.- MATERIAL Y MÉTODOS	139
3.2.1. <i>Diagnóstico de infección parasitaria</i>	139
3.2.2. <i>Encuesta para conocer el manejo de los caballos</i>	139
3.3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	143
3.3.1. <i>Características de las explotaciones equinas</i>	143
3.3.2. <i>Aplicación de medidas para el control parasitario</i>	150
3.3.3. <i>Relación entre las características de las explotaciones, intensidad y prevalencia de parasitación</i>	157
3.3.4. <i>Interpretación de resultados</i>	169

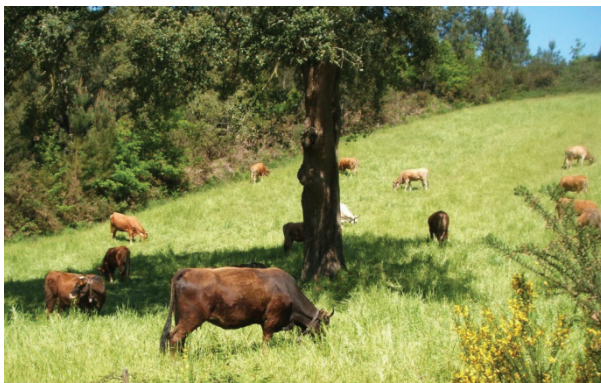
CAPÍTULO IV: Control parasitario mediante quimioterapia	177
4.1. INTRODUCCIÓN	179
4.2.- MATERIAL Y MÉTODOS	181
4.2.1. <i>Diseño experimental</i>	181
4.2.2. <i>Valoración del efecto de los antiparasitarios</i>	186
4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	187
4.3.1. <i>Actividad frente a nematodos ascáridos</i>	187
4.3.2. <i>Actividad frente a nematodos estrogílicos</i>	189
4.3.3. <i>Interpretación de los resultados</i>	200
CONCLUSIONES	205
CONCLUSIONS	209
RESUMEN	213
SUMMARY	219
BIBLIOGRAFÍA	225



INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los recursos agrícolas y ganaderos constituye la principal fuente de ingresos de las zonas rurales del Norte de España, en donde se concentra más del 70% de la cabaña bovina del país. La actividad agropecuaria es tan importante porque en esta región existen condiciones climáticas y edáficas idóneas para la producción de especies vegetales forrajeras necesarias para la alimentación de los bovinos.

Gran parte de las explotaciones de vacuno se dedican a la producción láctea. Para que las explotaciones lácteas produzcan beneficios tienen que contar con un número elevado de animales, no siempre factible debido a los requisitos administrativos necesarios, una gran inversión en ganado de alta calidad genética y en maquinaria y la transformación de grandes extensiones de montes en prados.



En la actualidad, las fluctuaciones en el precio de la leche, y las directrices fijadas por la Política Agraria Común, están propiciando la transformación de las explotaciones de vacuno de leche en ganaderías extensivas orientadas a la producción cárnica. Pese a que esta transformación no resulta complicada, ya que la transformación de áreas forestales en praderas ya se había realizado, el sector cárnico sobrevive mediante las subvenciones percibidas de organismos públicos. La disminución del rendimiento económico de las explotaciones ganaderas se está traduciendo en el abandono de la actividad y la despoblación del medio rural.

Como consecuencia directa del cierre de las explotaciones agropecuarias, algunas tierras cultivadas han quedado abandonadas y se han transformado en monte bajo, matorral, erial, lo que supone un gran riesgo para la aparición de incendios. Otra parte de los terrenos anteriormente cultivados, sobre todo prados pequeños, muestran cierto grado de cuidado gracias a la tenencia de algunos animales (caballos, rumiantes). Finalmente, algunas tierras han retornado a su origen, porque se ha subvencionado la repoblación forestal con diferentes especies arbóreas de interés. Aunque las



explotaciones forestales son productivas, tienen que transcurrir 20-30 años para obtener dividendos, y durante este tiempo hay que asegurar el crecimiento óptimo de los árboles, y evitar los incendios. Por ambos motivos resulta prioritaria la eliminación del matorral formado por especies vegetales no deseadas que sustraen agua y nutrientes a los árboles y forman biomasa combustible. La limpieza del matorral resulta costosa y complicada, en verano está prohibida por el peligro que supone en la aparición de incendios, y cuando llueve se hace difícil, en muchos casos por que las máquinas no pueden acceder a los montes por la propia orografía del terreno, con elevadas pendientes e infraestructuras de acceso deficientes (viales, pistas, etc.).

De encuestas realizadas se desprende que entre los años 1989 y 1997 se produjo un descenso en el número de explotaciones y de cabezas totales, aunque esta situación se ha invertido en los últimos años gracias a la diversificación de los recursos ganaderos.

A la mencionada diversificación ha contribuido, en parte, el incremento del número de cabezas de ganado equino, que se emplean para mantener limpias pequeñas extensiones de terreno, como se citó anteriormente, o bien en regímenes que combinan prácticas ganaderas y de explotación forestal (silvopastoreo).

Tradicionalmente, en el Norte de España las explotaciones familiares tenían uno o dos caballos porque constituían una herramienta de trabajo y transporte y en muy pocos casos las crías se engordaban para producción de carne. Los montes en Galicia son con frecuencia propiedad de las comunidades de vecinos y en ellos es habitual la presencia de caballos que se alimentan del sotobosque, la mayoría de estos caballos son de raza autóctona (Pura Raza Galega), son animales resistentes, que sobreviven mal alimentados sin recibir cuidados extras. Una vez al año, los propietarios reúnen los caballos de los montes comunales para cortarles las crines y marcar los potros nacidos ese mismo año. Esta actividad conocida en gallego como *rapa das bestas* tiene lugar en recintos cerrados denominados *curros*, y ha derivado en un acontecimiento lúdico-festivo, declarado de interés turístico nacional en algunas localidades como Sabucedo, Mougás (Pontevedra) o A Gañidoira, Candaoso (Lugo), dando lugar a imágenes como estas:



En la actualidad, España ocupa el cuarto puesto en la Unión Europea en censo caballar, con un 12% de la población. Por Comunidades Autónomas, la mayoría de las explotaciones equinas se encuentran en Galicia, Andalucía y Castilla-León y el mayor número de efectivos se encuentra en Andalucía, Galicia y Castilla-León, por este orden. Nuestro país es el tercer productor europeo de carne de caballo y la mayoría de las explotaciones productoras de potros se encuentran en la zona norte.

Las últimas modificaciones de la Política Agraria Común europea (PAC) han potenciado la cría de algunas especies animales, sobre todo autóctonas en ganaderías en extensivo. Por ello, el futuro de la ganadería equina, al menos de la raza autóctona, parece bastante halagüeño. El pastoreo de los caballos en prados y montes resulta de gran utilidad para



mantener limpios de matorrales los montes, lo que redundará en la prevención y control de incendios forestales. Además, este régimen de explotación resulta de indudable interés ya que hace posible la obtención de carne muy rica en proteínas y carente de grasas, por lo que se equipara en el precio con la de vacuno de máxima calidad.

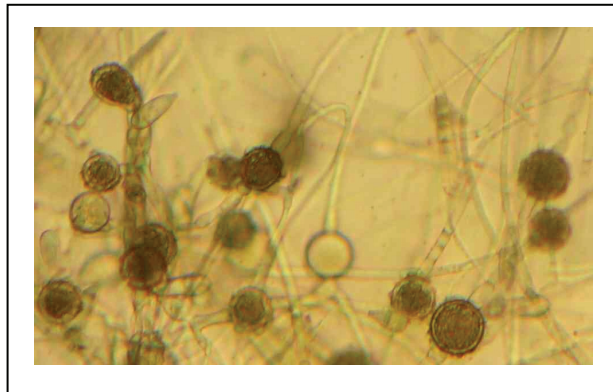
Pero no sólo el interés productivo ha contribuido al impulso de la ganadería equina en el noroeste español. Otro de los factores responsable es la posibilidad de disfrutar de diferentes actividades de ocio con caballos.

La productividad y el disfrute de los animales dependen del estado de salud de los mismos. El control de algunas enfermedades que afectan al ganado equino, en especial las de etiología parasitaria, se reduce básicamente a la administración de algunos tratamientos

antiparasitarios, sin realizar diagnóstico previo para identificar las formas parasitarias, ni posterior para establecer la eficacia del tratamiento.

Existen diferentes productos antiparasitarios disponibles comercialmente, y los más empleados son los bencimidazoles, lactonas macrocíclicas y sales de pyrantel. En numerosos estudios se ha demostrado la existencia de eficacias reducidas de los antihelmínticos, que en ocasiones llega a considerarse como *resistencia*. A esto hay que añadir que para el control de infecciones parasitarias en las que existen formas de vida libre, es necesario integrar también medidas que *eviten* o *reduzcan* la presencia de estas en el medio, y de este modo prevenir la infección de los caballos.

La lucha frente a las formas de vida libre podría consistir en la aplicación de métodos de control biológico en el medio, como el empleo de clamidosporas del hongo atrapanematodos *Duddingtonia flagrans* (imagen inferior), cuya elevada eficacia frente a las larvas L3 de nematodos gastrointestinales ha sido ampliamente probada en ganado ovino y porcino.



Teniendo en cuenta los antecedentes expuestos, nos hemos planteado un estudio que se ha dividido en los siguientes **capítulos**:

- 1.- Identificar las infecciones parasitarias que afectan al ganado equino del noroeste de España.
- 2.- Estudiar la epidemiología y cronobiología de las infecciones parasitarias más prevalentes en el ganado equino de la Comunidad Autónoma Gallega.
- 3.- Conocer las condiciones de manejo del ganado equino en el noroeste peninsular y su posible efecto sobre algunas infecciones parasitarias.
- 4.- Evaluar las consecuencias de diferentes procedimientos quimioterapéuticos para el control de las estrongilidosis de caballos. Valorar la influencia de la rotación de pastos en los resultados de la desparasitación.



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

PARÁSITOS QUE AFECTAN AL GANADO EQUINO

Las infecciones parasitarias de mayor prevalencia en los caballos son las provocadas por helmintos gastrointestinales, sobre todo estrombilidos y en menor proporción ascáridos y oxiúridos. Resulta también frecuente la parasitación por cestodos del género *Anoplocephala* (Toguchi *et al.*, 2004; Meana *et al.*, 2005) y resulta excepcional la parasitación de équidos por trematodos, aunque hay estudios realizados mediante necropsia que corroboran su presencia (Rebhein *et al.*, 2007). Todos ellos son patógenos gastrointestinales, en especial los estrombilidos cuyas fases infectivas se encuentran en el medio, por lo que afectan a los caballos en pastoreo de todo el mundo.

Francisco *et al.* (2009a) en un estudio realizado en el norte de España, detectaron en yeguas adultas de raza autóctona gallega, huevos de estrombilidos, *Parascaris equorum* y *Oxyuris equi*, pero no observaron ooquistes de coccidios, huevos de cestodos y trematodos ni larvas de nematodos pulmonares.

Otros parásitos que desarrollan una parte de su ciclo intraorgánico en équidos son los gasterófilos, responsables de miasis específicas (Rebhein *et al.*, 2007; Bonneau *et al.*, 2009). Algunos autores comprobaron que, en países con clima oceánico, la prevalencia de infección por gasterófilos era alta (Edwards, 1982; Bonneau *et al.*, 2009).

Protozoos

Se han descrito diferentes protozoos que afectan a los équidos. Algunos se encuentran en el tracto digestivo, y otros tienen una distribución sistémica. No está muy claro la importancia parasitaria en algunos casos, ni su patogenicidad; en una proporción elevada se consideran simbioses o comensales, especialmente en el ciego. Estos factores dificultan la revisión de las infecciones por protozoos en ganado equino.

a) Del aparato digestivo

Los coccidios de los caballos pertenecen a los géneros *Eimeria* y *Cryptosporidium* (Tarazona Vilas, 1999). Se conocen tres especies de *Eimeria*, *E. leuckarti*, *E. solipedum* y *E. uniungulati*, de las que sólo se considera patógena la primera, que ha sido diagnosticada en Europa y América del Norte.

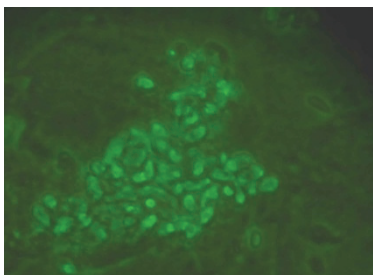
Al igual que en otras especies animales, los coccidios de los équidos son parásitos intracelulares de las células intestinales. El ciclo biológico es directo, en el hospedador tienen lugar la esquizogonia y la gamogonia que da lugar a los ooquistes que salen al exterior con las heces.

Los ooquistes esporulan en el medio, pasando a ser infectivos. El tiempo de esporulación es aproximadamente de 21 días a 20-22°C, y de 15 días si la temperatura es superior.

El agente que provoca la criptosporidiosis en équidos parece ser *C. parvum*, aunque algunos autores indican que también puede afectar *C. muris*. El ciclo es similar al de otros coccidios, la diferencia es que las fases de esquizogonia, gametogonia y esporogonia tienen lugar en el hospedador. La infección de los potros se produce por la ingestión de los ooquistes que contaminan la ubre, el agua de bebida o a través de alimentos sólidos tomados del suelo.

b) Sistémicos

El caballo puede actuar como hospedador intermediario en la infección por *Toxoplasma*, *Sarcocystis* y *Neospora*. Se considera una especie animal poco receptiva al desarrollo de toxoplasmosis, y la infección se produce por la ingestión de ooquistes de *T. gondii* con hierba, heno o concentrados contaminados con heces de gato.



La denominación de sarcocistiosis equina agrupa dos cuadros clínicos diferentes, uno caracterizado por la formación de quistes musculares (sarcocistiosis muscular) y el otro por el desarrollo de una enfermedad de naturaleza neurológica (sarcocistiosis nerviosa).

Se considera que existen 3 especies de *Sarcocystis* responsables de la sarcocistiosis muscular en équidos (Hernández y Martínez-Moreno, 1999), *S. bertrami*, *S. equicanis* y *S. fayer*. En todos los casos, el hospedador definitivo es el perro, que elimina ooquistes a través de las heces, que son ingeridos por los caballos, en el intestino se liberan los esporozoítos, que atraviesan la mucosa y penetran en los vasos sanguíneos. Vehiculados en el torrente circulatorio, son distribuidos al corazón, cerebro y riñones, en cuyas células endoteliales arteriales tienen lugar la multiplicación asexual por merogonia. Los merozoítos de segunda generación se dirigen a la musculatura donde forman quistes, sobre todo en el diafragma, lengua, esófago y extremidades.

La forma nerviosa de sarcocistiosis equina está provocada por *S. neurona*, cuyo hospedador intermediario es la zarigüeya (*Didelphis virginiana*), por lo que su presencia suele estar asociada a los países americanos (Dubey *et al.*, 1991). Junto con *Neospora hughesi*, se considera responsable de las **encefalomielitis protozoarias equinas** (Hoane *et al.*, 2005a).

La neosporosis equina es un proceso poco estudiado hasta la fecha. En un principio se creyó que estaba causada por *Neospora caninum*, al igual que en otras especies animales; sin embargo, Hoane *et al.*, 2005b comprobaron que *N. hughesi* era uno de los responsables del síndrome de encefalomielitis protozoarias equinas.

Las piroplasmosis equinas están producidas por *Theileria equi* (antes *Babesia equi*) y *B. caballi*. Ambos son parásitos intracelulares de los eritrocitos, aunque los trofozoitos de *T. equi* parasitan los globulos blancos antes de infectar los hematíes. Están transmitidas por garrapatas duras de los géneros *Dermacentor*, *Hyalomma* y *Rhipicephalus*. Es interesante destacar que en las garrapatas infectadas con *T. equi* hay transmisión transtadial, en tanto que en las infectadas con *B. caballi* la transmisión es transovárica.

Existen diferentes especies del protozoo *Trypanosoma* que afectan al ganado equino, las más importantes son *T. (Trypanozoon) evansi* y *T. (T) equiperdum*. La primera se transmite por la picadura de *Tabanus* spp y *Stomoxys* spp. En el segundo caso se transmite generalmente de forma directa, en el coito, de un animal infectado a otro.

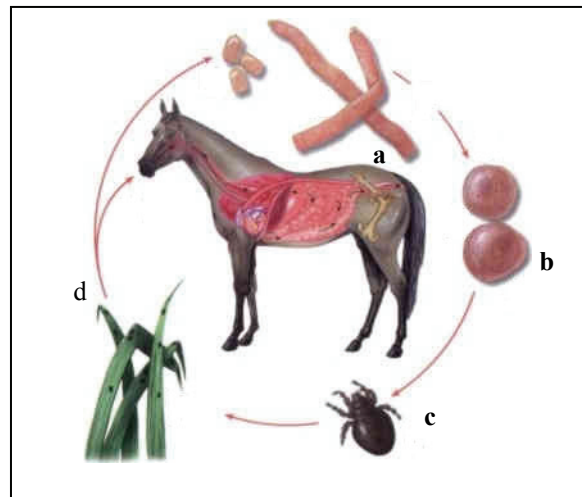
Cestodos

Los cestodos que afectan al ganado equino pertenecen a la familia *Anoplocephalidae*. *Anoplocephala perfoliata* es la más frecuente, mientras que *A. magna* y *Paranoplocephala mamillana* lo son mucho menos. Son parásitos fácilmente reconocibles por su forma plana, con una longitud que puede oscilar entre 1-5×6 mm de *P mamillana* y 80×2 cm de *A magna*, con un escólex que no tiene ganchos y posee unas lengüetas características.



Los parásitos adultos se localizan en el intestino delgado o en la parte anterior del ciego, en función de la especie (**a**), eliminan con las heces proglotis grávidos repletos de huevos (**b**), que son irregularmente esféricos o cuadrangulares, con un diámetro entre 50-80 μm , y en cuyo interior se encuentra la oncosfera unida a la membrana por un par de proyecciones, el aparato *piriforme*.

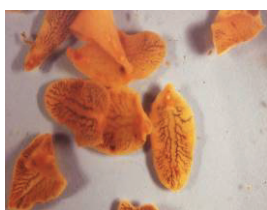
Cuando caen en el medio, los huevos son ingeridos por oribátidos (ácaros de la hierba) (c) y en su interior la oncosfera se transforma en cisticercoide. Los caballos se infectan cuando ingieren estos ácaros al pastar (d), en el intestino se liberan las fases larvarias del parásito y se transforman en adultos (Meana *et al.*, 1998).



Trematodos



La fasciolosis hepática es una enfermedad parasitaria que afecta a rumiantes, cerdos, equinos, conejos y otros herbívoros, y al hombre (Urquhart *et al.*, 2001). El agente etiológico más frecuente es *Fasciola hepatica*, un verme aplanado con forma de hoja, con un cono cefálico, dos ventosas de sujeción y una cubierta cuticular espinosa. Puede llegar a alcanzar de 3'5 cm de largo por 1 de ancho.



Las fasciolas adultas se localizan en los canalículos biliares de los hospedadores definitivos donde producen huevos por autofecundación, que son liberados con la bilis y salen al ambiente en las heces del animal. Los huevos son ovalados, operculados, amarillentos y grandes. En su interior, y con temperaturas de 22-26°C y humedad ambiental alta, se desarrolla el miracidio entre los 9-14 días.

El miracidio sale del huevo por el opérculo y busca al hospedador intermediario, un caracol anfibio, preferentemente *Galba (Lymnaea) truncatula*, presente en prados encharcados. El miracidio penetra en el



caracol, donde se completan las fases de esporocisto, redias y cercarias, que abandonan el caracol y nada hasta enquistarse en las hierbas próximas originando las metacercarias.

El hospedador definitivo se infecta cuando consume vegetales con metacercarias, que se desenquistan en el intestino, y después de migrar a través de peritoneo y parénquima hepático, alcanzan su localización definitiva en los conductos biliares principales y la vesícula biliar (ausente en los équidos). La etapa prepatente de esta infección dura aproximadamente 10-12 semanas (Duménigo *et al.*, 1999; Sánchez-Andrade *et al.*, 2000, 2002).

Nematodos

a) Ascáridos

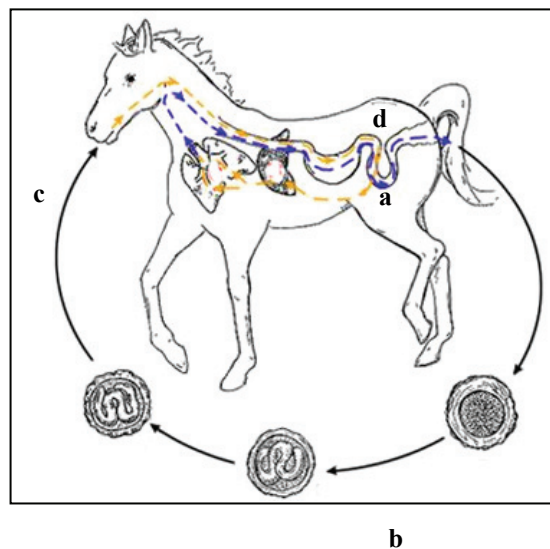
Son los parásitos de mayor tamaño que pueden afectar a équidos; las hembras llegan a alcanzar los 50 cm. El ascárido de los caballos es *Parascaris equorum*, se localiza en el intestino delgado fundamentalmente de potros (Lyons *et al.*, 2003; Francisco *et al.*, 2007). Los vermes adultos



eliminan huevos muy resistentes a los factores ambientales y a los desinfectantes más habituales. Salen al exterior en grandes cantidades mezclados con las heces del caballo, son

casi esféricos, de color marrón y de cubierta externa gruesa y rugosa, con un diámetro de 90-100 μm .

El ciclo se representa en el siguiente esquema. Los ascáridos adultos localizados en el intestino (**a**) eliminan grandes cantidades de huevos sin embrionar (**b**), y en el medio externo, cuando las condiciones de temperatura (25 a 35°C) y de humedad ($\geq 80\%$) son favorables, en 2 semanas se forma en el interior de los huevos se desarrolla la larva 1, que muda a larva 2. La infección se produce por la ingestión de alimentos contaminados con huevos embrionados (**c**), cuando llegan al intestino eclosionan (**d**), liberando las larvas 2 (Boyle y Houstow, 2006).



Las larvas 2 atraviesan la pared intestinal, se transforman en larvas 3 y efectúan una migración hacia el hígado a través de la vena porta. Las L2 permanecen durante una semana en el parénquima hepático y llegan a las venas hepáticas y posteriormente a la vena cava, ascendiendo a continuación por vía sanguínea hacia los alveolos pulmonares, donde se transforman en larvas 4. Con las expectoraciones llegan a la faringe y son deglutidas en el

esófago, alcanzan el estómago y después el intestino delgado, donde maduran y se transforman en adultos.

El periodo de prepatencia dura entre 10 y 16 semanas. No es raro observar eliminaciones masivas de huevos de *P. equorum* en potros de 10 a 15 semanas de edad (Lindgren *et al.*, 2008). No se ha llegado a demostrar la infección vía lactógena ni transplacentaria, y la única vía de infección reconocida es la ingestión de huevos con larvas 2 en su interior (Boyle y Houstow, 2006).

b) Estrongílicos

Existen 2 grandes grupos de estrongílicos que se localizan en el intestino de los caballos, y que



en función del tamaño de los adultos se conocen como **pequeños y grandes estrongílicos**. Ambos grupos de parásitos son morfológicamente muy similares, pero sus ciclos biológicos difieren, los “grandes estrongílicos” realizan, en el organismo

del hospedador, migraciones a órganos diferentes al intestino grueso en donde viven como adultos. Los pequeños estrongílicos no realizan migraciones intraorgánicas, las larvas van tan sólo hasta la pared del intestino grueso y después regresan a la luz para transformarse en adultos.

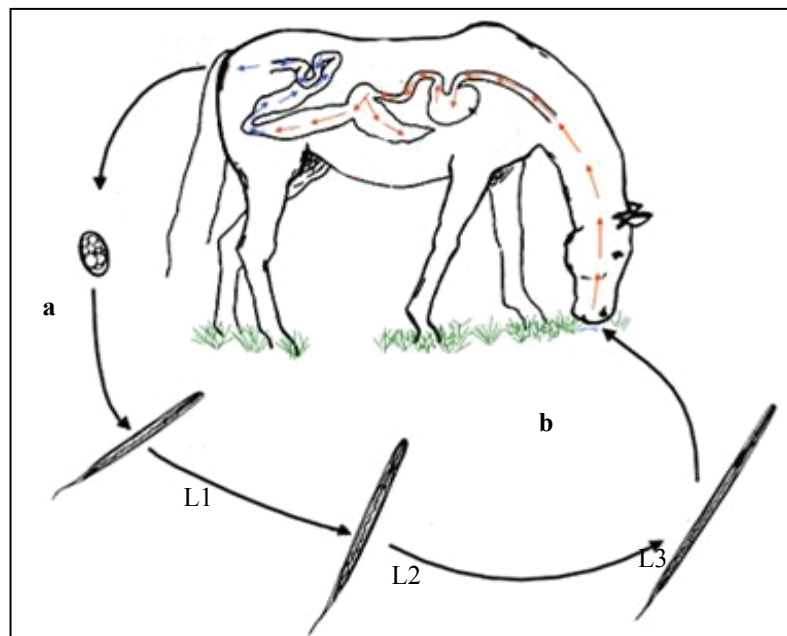
Como su nombre indica, los *grandes estrongílicos* son nematodos estrongílicos de mayor tamaño que los anteriores, tienen de 15 a 45 mm de longitud, color rojizo, y una cápsula bucal grande provista de dientes o placas cortantes en la base, responsables en parte de su elevada patogenicidad. Entre los géneros más importantes se encuentran *Strongylus* y *Triodontophorus* spp (Sánchez, 2008), destacando por su patogenicidad *Strongylus vulgaris* (Nielsen *et al.*, 2007; Reinemeyer y Nieslsen, 2009; Bonneau *et al.*, 2009; Kornaś *et al.*, 2009).

Los ciatostómidos o pequeños estrogílicos miden entre 5 y 20 mm, poseen en el extremo anterior una cápsula bucal pequeña con una corona radiada interna y otra externa, y están desprovistos de dientes o placas cortantes. En la Península Ibérica se han identificado



ejemplares de los géneros *Cyathostomum*, *Poteriostomum* y *Gyalocephalus* spp (Cordero y Rojo, 1999; Francisco *et al.*, 2009a).

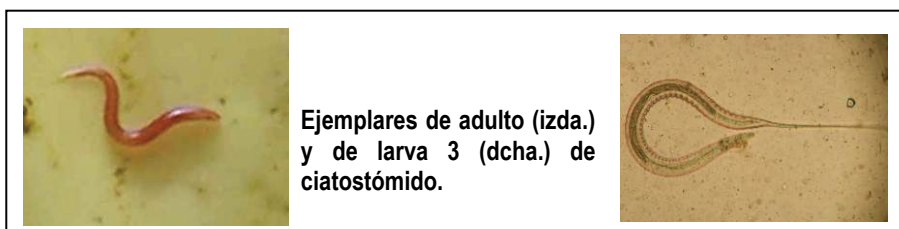
Los huevos de los estrogílicos miden entre 70-110 μm de largo, son alargados y salen al exterior sin embrionar mezclados con las heces del caballo. Sus características morfológicas son similares por lo que los exámenes coprológicos rutinarios, como la flotación con soluciones saturadas, no permiten diferenciar a qué género de nematodo estrogílico pertenecen. Como describe el presente gráfico, la fase externa del ciclo es directa.



Tras la eclosión de los huevos expulsados al exterior con las heces, se libera la larva 1 (a), que en condiciones ambientales adecuadas (humedad elevada y temperatura moderada), se desarrolla a larva 2 y larva 3, que es la forma infectiva (Bairden *et al.*, 2001; Elsener y Villeneuve, 2009). Estas larvas que se desarrollan sobre la vegetación suelen ser ingeridas de forma accidental por los caballos al pastar (b). La larva de tercer estadio conserva la vaina de la larva 2 lo que le permite sobrevivir a bajas temperaturas, incluso soportar heladas, pudiendo permanecer viables en los pastos varios años (Kuzmina *et al.*, 2006).

En la actualidad se considera que los ciatostómidos (*Cyathostominae*) comprenden al grupo de parásitos de mayor importancia por su prevalencia, patogenicidad y desarrollo de resistencias frente a la mayoría de antiparasitarios, encontrándose ampliamente distribuidos por todo el mundo (Lyons *et al.*, 2002; Kaplan, 2002; Lia *et al.*, 2008). De las 51 especies identificadas hasta el momento (Lichtenfels *et al.*, 2008), las de mayor prevalencia en Francia, Ucrania, EEUU y Australia son *Cyathostomum catinatum*, *Cylicocyclus nassatus*, *Cylicostephanus longibursatus* (Corning, 2009).

A diferencia de los grandes estrongílidos (subfamilia *Strongylinae*), las larvas de ciatostómidos (subfamilia *Cyathostominae*) pueden inhibirse en estado precoz en la mucosa y submucosa del intestino grueso, ciego y colon fundamentalmente (Bairden *et al.*, 2006), y una vez en esta localización pueden continuar su desarrollo o permanecer enquistadas como larvas 4 durante varios años. De hecho, más del 90% de los ciatostómidos pueden permanecer así más de 2 años (Corning, 2009). El tiempo necesario para la aparición de huevos en las heces es de aproximadamente 2 meses (Silva *et al.*, 1999).



c) Oxiúridos

La especie más frecuente hallada en los équidos es *Oxyuris equi*, cuyo tamaño oscila entre los 9-12 mm en los machos y 4-15 cm en las hembras (en blanco en la imagen adyacente). Son estas últimas las que causan mayores daños a los animales cuando depositan sus huevos en la región



perianal, en las proximidades de la cola (Reinemeyer y Nielsen, 2009). Las hembras depositan millares de huevos en fase de mórula, son ovoides, amarillos y ligeramente aplanados por un lado con un tapón mucoide en un extremo, en el otro extremo están adheridos a la piel del caballo por una sustancia gelatinosa de color blanquecino-amarillento.

Los huevos en la región perianal evolucionan rápidamente, bien permaneciendo en los bordes del ano o bien en el suelo. Los caballos se infectan por ingestión de huevos que contienen la L3.

d) Dictiocáulidos

El único nematodo pulmonar de los équidos es *Dictyocaulus arnfieldi*. El hospedador principal es el asno, y los caballos, que son menos receptivos, se infectan cuando comparten el pasto



con burros portadores (Duncan *et al.*, 2002). Cuando los équidos se infectan las larvas 3 pasan al estómago, pierden la vaina y atraviesan la pared intestinal. Una vez alcanzados los ganglios linfáticos mesentéricos, mudan a larvas 4, y mediante la circulación linfática llegan a los alveolos y posteriormente a los bronquiolos,

donde se convierten en larvas 5 y posteriormente en adultos, que eliminan huevos, en cuyo interior se encuentran larvas 1, con las heces de los animales parasitados (imagen izquierda).

D. arnfieldi tiene ciclo directo, sin intervención de hospedadores intermediarios. Las larvas 1 en condiciones favorables de humedad y temperatura, experimentan 2 mudas hasta alcanzar el estadio de larva 3, que es la fase infectiva al ser ingeridas con el pasto o con el agua de bebida.



Es interesante destacar que la dispersión de las larvas 3 se puede ver favorecida por los esporangios de hongos del género *Pilobolus*, que crecen en las heces de los caballos.

Artrópodos

a) Gasterófilos

La miasis específica del ganado equino, está causada por larvas de moscas del género *Gasterophilus*. De las ocho especies existentes, *Gasterophilus intestinalis* (mosca zumbadora común) es la más frecuente en la Península Ibérica (Ramajo y Oleaga, 1999).

Las moscas adultas son muy parecidas a las abejas, de color marrón, grandes, peludas y ponen huevos amarillentos sobre distintas regiones del animal durante los meses de verano. La puesta transcurre de forma casi continuada en los días calurosos y soleados, con temperatura superior a 15° C; la lluvia tiene una influencia negativa en el vuelo de las moscas (Sievers y Weber, 2005). El periodo de mayor riesgo es desde media mañana hasta la caída de la tarde.



Las hembras grávidas depositan los huevos sobre el pelo de los caballos en pleno vuelo, sin llegar a posarse en los animales. Aunque la localización más frecuente es la cara interna de las extremidades anteriores, varía con la especie, y en infestaciones masivas, la oviposición se extiende a la cara, cuello e incluso el dorso y extremidades posteriores. Las moscas de *G. pecorum* depositan sus huevos en las proximidades de las pezuñas o incluso en el suelo.



Después de un periodo de incubación de 5-10 días, del interior del huevo sale la larva 1. La infección se produce cuando los caballos ingieren los huevos al lamerse o bien, porque las larvas 1 penetran activamente en la cavidad bucal (Sandin *et al.*, 2000). Dentro de la boca se introducen en la mucosa, y se convierten en larvas 2, que son deglutidas o migran y alcanzan las mucosas gástrica e intestinal (DuPonte y Larish, 2003), en donde tienen lugar la transformación a larva 3. Las larvas de *G. intestinalis* se encuentran ancladas a la mucosa no

glandular del estómago mientras que las de *G. nasalis* se localizan en el antro pilórico o ampolla duodenal (Reinemeyer y Nielsen, 2009). Una vez completado su desarrollo, abandonan el animal con las heces, se entierran en el suelo y allí sufren la metamorfosis para transformarse en moscas adultas. El periodo necesario para que se pueda completar el ciclo es de un año aproximadamente, en regiones de clima templado.

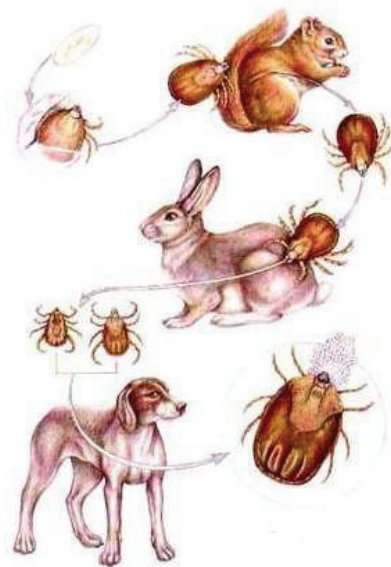
b) Garrapatas

La especie más común en los équidos en la Península Ibérica es *Ixodes ricinus* (dcha.), seguida



de *Dermacentor* spp (izda.) (Cortiñas *et al.*, 2009) y en menor proporción *Rhipicephalus* spp y *Boophilus* spp. Las garrapatas duras tienen actividad estacional marcada, la infestación de los équidos se produce en los

pastos, y las garrapatas tienden a localizarse en zonas de piel delgada como la cabeza, vientre, axilas e ingles, etc.



Los Ixódidos, como todas las garrapatas, se reproducen sexualmente. Las hembras ponen huevos en el suelo de los que emergen las **larvas** que necesitan alimentarse de sangre para poder mudar a **ninfas** y éstas de nuevo ingieren sangre para mudar al estado **adulto**. En el ciclo de vida de los Ixódidos pueden intervenir 1, 2 ó 3 hospedadores según permanezcan alimentándose las tres fases (larva, ninfa y adulto) sobre un mismo hospedador, o por el contrario lo abandonen tras la ingesta de sangre para mudar en el ambiente y en consecuencia el nuevo estadio se alimentará de otro hospedador diferente. El tamaño y la forma del cuerpo de las garrapatas están

sometidos a variaciones dependiendo de la ingesta de sangre. Las larvas se ven con dificultad, especialmente si se encuentran sobre el hospedador en zonas con pelo. Los machos mueren después de realizar la cópula y las hembras tras la puesta de huevos. Cada ejemplar de garrapata sólo realiza tres ingestas de sangre en su vida, una en cada estadio, por lo que se consideran parásitos temporales, con una fase de vida libre muy larga (varios meses o años) y un período de vida parásita muy corto, del orden de 2 ó 3 semanas a lo largo de los tres estadios por los que pasa en su ciclo vital.

Cronobiología de las infecciones parasitarias

Las condiciones climáticas afectan al desarrollo y supervivencia de las fases exógenas de algunos parásitos, en especial de trematodos, cestodos, nematodos y artrópodos. La creciente importancia de los ciatostómidos ha impulsado numerosos estudios acerca de la relación entre los parámetros atmosféricos y la presencia de las fases de vida libre. Resulta casi imposible encontrar referencias a la cronobiología de las fases de vida libre de otros parásitos, a excepción de los artrópodos.

a) Estrongílicos

La infección por estrongílicos se produce cuando los caballos en pastoreo ingieren larvas infectivas (L3), que surgen de las sucesivas transformaciones de huevos eliminados en las heces de los equinos (Elsener y Villeneuve, 2009).

Los huevos embrionados tienen una larva visible en su interior. Las larvas 1 y 2 se conocen como larvas pre-infectivas y tienen capacidad de alimentarse. Sin embargo, la fase infectiva, la larva 3, está recubierta por una doble vaina que la protege de las condiciones ambientales adversas pero no le permite alimentarse (Nielsen *et al.*, 2007).

La supervivencia y evolución de los diferentes estadios parasitarios en el medio están condicionadas por la **temperatura**. Se ha comprobado que los valores óptimos para que en el interior del huevo se desarrolle la larva, suelen estar comprendidas entre 25-33°C (Ogbourne, 1972; Mfítlodze y Hutchinson, 1987), la mayoría de las larvas se pueden desarrollar en 3-4 días a 28°C. La temperatura máxima que pueden soportar es de 38° C (Rupashinge y Ogbourne, 1978) y a 40 ° C los huevos se destruyen rápidamente. Para que se produzca la eclosión de los huevos y la liberación de la larva, la Tª mínima es de 7'5-10°C (Ogbourne, 1972; Rupashinge y Ogbourne, 1978; Mfítlodze y Hutchinson, 1987), pero el desarrollo embrionario puede tener lugar incluso a temperaturas inferiores a los 4°C.

Las larvas de ciatostómidos alcanzan el desarrollo óptimo a 10-33°C, y la humedad, aunque necesaria para las L1 y L2, en exceso afecta negativamente a la supervivencia de las L3 (Mfítlodze y Hutchinson, 1987).

Las larvas L1 y L2 son muy sensibles a la congelación, y más del 90% mueren después de 1-4 días a -6°C, sin embargo, las L3 son capaces de aguantar incluso a -26°C. Medica y Sukhdeo (1997) valoraron el efecto de energía acumulada por las L3 de estrongílicos sobre su supervivencia e infectividad, demostrando que por debajo de -38° C cesa su actividad y disminuye la posibilidad de penetrar la mucosa del hospedador. Estos resultados confirman que aunque las L3 pueden sobrevivir bajo un amplio margen de temperaturas, no siempre son realmente infectivas para los équidos que las ingieran (Hasslinger, 1981).

A temperaturas inferiores a 18°C y superiores a 40°C, disminuye la presencia de larvas en el pasto. Baudena *et al.* (2000) observaron una correlación negativa entre las altas temperaturas y el número de L3/Kg MS en el medio, de modo que el mayor número de larvas se observó en los meses fríos de otoño e invierno, con un rango de temperaturas de 4-18°C. De forma ocasional se registraron recuentos bajos de larvas en los días de invierno con

temperaturas mínimas de 0°C. No se demostró relación entre la precipitación y la presencia de larvas.

Las **precipitaciones de lluvia** constituyen un factor importante en la cronobiología de las estrongilidosis. Herd y Willardson (1985) en Ohio (EEUU) comprobó que durante los meses de invierno y primavera había un número elevado de larvas en el pasto, que descendió entre mayo y agosto. En otoño, con temperaturas más bajas y mayor precipitación, el número de larvas aumentó rápidamente (desde junio hasta noviembre). El movimiento de las larvas 3 en el pasto disminuye cuando la humedad es baja, pero aumenta la supervivencia porque consumen menos reservas energéticas, al contrario de lo que sucede a altas temperaturas (Nielsen *et al.*, 2007).

Otro fenómeno a tener en cuenta es la **nieve**, en especial en aquellos países en los que permanece una capa durante tiempo, que evita las fluctuaciones de temperaturas, provocadas en muchos casos por las corrientes de aire (Hasslinger, 1981), y favorece la supervivencia y viabilidad de huevos y larvas 3 (Mirck, 1981; Hasslinger y Bittner, 1984; Herd y Willardson, 1985).

La presencia de larvas en el medio varía notablemente con las estaciones del año en los países del **hemisferio norte**. Las temperaturas medias más bajas se alcanzan en los meses de diciembre a febrero (con muchos días por debajo de 0°C) y las más elevadas de mayo a septiembre. Las temperaturas mínimas absolutas se observan en enero-marzo (-20°C) y las máximas absolutas (45-50°C) en junio a agosto (Kuzmina *et al.*, 2006).

La eliminación de huevos sigue un patrón estacional con valores máximos en verano y mínimos en otoño. A partir de la segunda mitad de primavera y hasta principios de otoño tiene lugar un desarrollo rápido de las fases de vida libre en los pastos, y los mayores porcentajes de larvas se obtienen en julio y en octubre, en condiciones óptimas de humedad y temperatura (Lloyd, 2009). El descenso de las temperaturas a finales de otoño y durante el invierno, ralentiza o provoca el cese de este desarrollo (Ogbourne, 1972; Duncan, 1974; Herd y Willardson, 1985), aunque estas fases puedan permanecer viables e infectar a los caballos en la siguiente primavera (Nielsen *et al.*, 2007). Es interesante tener en cuenta que las larvas de estroongílicos pueden sobrevivir varios meses si las temperaturas no son extremas, pero las L3 sólo pueden hacerlo durante unas semanas hasta agotar sus reservas.

En **climas templados** las condiciones atmosféricas permiten la recuperación de larvas del pasto prácticamente durante todo el año (Genchi *et al.*, 1978; Francisco *et al.*, 2009a). Se ha descrito una correlación inversa entre los factores que favorecen el desarrollo de las larvas y los que benefician su supervivencia. Cuando las condiciones atmosféricas se caracterizan por temperaturas elevadas y humedad apropiada, el desarrollo hasta L3 se produce en un corto periodo de tiempo, que pueden resguardarse en las heces; sin embargo, disminuye el periodo de supervivencia por el elevado consumo de reservas (Nielsen *et al.*, 2007).

En estas áreas geográficas, la eliminación de huevos es máxima de abril a junio; después de una ligera disminución, se vuelve a incrementar en octubre (Ramsey *et al.*, 2004). Los valores más elevados de larvas en pasto se observan durante el otoño, invierno y primavera, y los más bajos durante el verano (Courtney y Asquith, 1985; Reinemeyer y Henton, 1987; Buckwell *et al.*, 1995). De este modo, sólo el 1-10% de las larvas podrán sobrevivir, durante 2-3 semanas, a temperaturas altas y desecación,. Sin embargo, en el invierno el desarrollo se puede demorar hasta 5 semanas pero el 80% de las larvas sobreviven durante 7-11 semanas (English, 1979b). En general, hay menos larvas infectivas en los pastos cuando las

temperaturas son mayores de 18°C (abril-septiembre); por el contrario, de septiembre a marzo (temperaturas de 5-18°C) se observa un mayor número (Baudena *et al.*, 2000).

b) Artrópodos

Las temperaturas y las precipitaciones determinan el periodo de vuelo de las moscas responsables de miasis, de modo que las fases adultas se encuentran durante los meses más cálidos del año.

En Marruecos, Pandey *et al.* (1980) señalaron que el vuelo de las moscas adultas de *Gasterophilus* tenía lugar entre los meses de abril a octubre; la presencia de larvas L2 se produciría entre julio y enero, y las L3 salen al exterior con las heces en primavera y verano. Edwards (1982) afirmó que las condiciones climáticas en Gales e Inglaterra favorecían la oviposición de *Gasterophilus* entre agosto y septiembre; como consecuencia las L1 se encontraban en septiembre, las L2 de septiembre a febrero, y las L3 de noviembre a julio.

En el noroeste peninsular, Cortiñas *et al.* (2010) sugirieron que el vuelo de las moscas transcurría entre junio y septiembre, junto con la presencia de larvas L1; entre agosto y noviembre se registraba la existencia de L2, y la de L3 de septiembre a abril.

En el noroeste de España, la presencia de garrapatas en équidos también se halla circunscrita a las épocas de mayor humedad y temperaturas moderadas, es decir, en primavera y otoño (Cortiñas *et al.*, 2009).

ACCIÓN PATÓGENA

El número de estudios acerca de la patogenicidad de los protozoos parásitos es reducido, así como los datos actuales de la importancia y prevalencia de las infecciones que provocan. Por este motivo se ha considerado oportuno en esta Memoria centrar la revisión bibliográfica en la patogenicidad de helmintos y artrópodos.

Cestodos

Aunque se han considerado como no patógenos en los equidos, la presencia de cestodos adultos causa perjuicios al hospedador definitivo, sobre todo a los animales jóvenes que salen por primera vez al pasto. Los daños se deben en parte a la acción expoliadora de los parásitos, al competir por los nutrientes, fenómeno a tener en cuenta sólo en infecciones intensas en potros debilitados. La acción mecánica es más importante ya que los cestodos pueden provocar oclusión de la válvula ileocecal, invaginaciones y perforación intestinal (Proudman y Edwards, 1992; Proudman *et al.*, 1998; Meana *et al.*, 2005).

Es frecuente que en el punto de fijación del cestodo aparezcan hematomas, zonas necrosadas, engrosamiento de la mucosa, y en algunos casos se han observado perforaciones del ciego e intestino delgado (Fogarty *et al.*, 1994; Ihler *et al.*, 1995; Rodríguez-Bertos *et al.*, 1999).

La infección por *Anoplocephala perfoliata* suele cursar de forma subclínica salvo cuando haya un elevado número de adultos en las proximidades de la válvula ileocecal, que provocan intususcepciones, vólvulos intestinales o incluso dilatación y ruptura de ciego con la consiguiente muerte del animal (Uhlinger y DiPietro, 2002; Sanada *et al.*, 2009). Es frecuente la aparición de ulceraciones en la mucosa de ciego y proximidades de la válvula íleocecal, donde

a menudo se forman pseudomembranas, se produce inflamación local y finalmente desarrollo de tejido fibroso (Reinemeyer y Nielsen, 2009).

Algunos estudios demostraron una correlación positiva entre la presencia de *Anoplocephala* y el riesgo de presentar cólicos (Proudman *et al.*, 1998). En un estudio realizado en Canadá, Trotz-Williams *et al.* (2008) indicaron que la existencia de títulos de anticuerpos elevados frente a este parásito estaba asociada a la permanencia de los caballos en el pasto durante periodos prolongados.

Trematodos

La presencia de fasciolas en el hígado es responsable de un conjunto de lesiones hepáticas que evidencian fibrosis parasitaria focal. Las formas juveniles del trematodo migran a través del parénquima provocando hemorragias hepáticas e hipertrofia del hígado. El tejido dañado pierde su estructura y se convierte en conectivo, disminuyendo su función normal (Pérez *et al.*, 2002).

Aunque las lesiones principales se centran en el hígado, también se pueden producir alteraciones en los ganglios periportales, y a veces en los mesentéricos y en el peritoneo. Los ganglios linfáticos aparecen aumentados de tamaño (hasta 4-5 veces) y al corte tienen un color marrón verdoso. En el peritoneo, según el curso de la enfermedad, la inflamación puede ser proliferativa (forma crónica) o exudativa (aguda). En ocasiones, se observan procesos inflamatorios fibrinosos, de color grisáceo o gris-rojizo, en ambas hojas peritoneales. En el caso de los équidos, debido a la inexistencia de vesícula biliar, se pueden apreciar quistes similares a los hidatídicos, en cuyo interior es posible encontrar ejemplares adultos del trematodo.

Nematodos

a) Ascáridos

En la patogenia de las infestaciones por *Parascaris equorum* es necesario establecer dos periodos, la acción patógena provocada por las larvas inmaduras durante la emigración por diversos órganos y tejidos, y la ocasionada por los adultos en el intestino.

La penetración y desplazamiento de las larvas en el hígado durante la fase de invasión, provoca la ruptura de capilares sanguíneos que originan hemorragias subcapsulares a las 48 horas de la infección. Entre los 7-14 días de la infección las larvas invaden los pulmones causando petequias y hemorragias, que evolucionan a cuadros de bronquitis y bronquiolitis eosinofílicas. Todas estas alteraciones repercuten en la fisiología normal del aparato respiratorio (Boyle y Houstow, 2006). El aumento de la mucosidad y las lesiones inflamatorias de alvéolos, bronquios y bronquiolos dan lugar a dificultades en la ventilación pulmonar y aparición de síntomas entre las semanas 2-4 post-infección.

Después de la fase pulmonar las larvas de ascáridos emigran al intestino delgado en donde completan el desarrollo aproximadamente en 10 semanas. Su rápido crecimiento requiere gran cantidad de nutrientes que expolían de los hospedadores. En caso de grandes infecciones, debido al gran tamaño que pueden alcanzar sobre todo las hembras adultas, pueden provocar invaginaciones y oclusiones intestinales, y finalmente cólico por impactación. Este cuadro también puede aparecer en infecciones moderadas después de la aplicación del tratamiento (Cribb *et al.*, 2006).

En infecciones moderadas o altas se pueden observar signos respiratorios, con disminución de apetito, enteritis, pérdida de peso y en ocasiones cólicos por impactación, ruptura del intestino delgado y como resultado final la muerte del animal (Boyle y Houstow, 2006). Otros signos típicos son reflujo gástrico, depresión y fiebre.

Se ha demostrado que la infección por ascáridos induce en los caballos una respuesta inmunitaria casi completa (Clayton y Duncan, 1978; Koudela y Bodecek, 2006).

b) Estrongílicos

Es necesario diferenciar entre la acción patógena de las formas larvianas emigrantes de la de los nematodos adultos. También es preciso distinguir los efectos patógenos que provocan los pequeños y los grandes estrongílicos.

Las fases adultas se localizan en colon y ciego. Poseen una cápsula bucal grande en la que introducen pequeñas porciones de la mucosa intestinal para digerirla, romper los capilares e ingerir la sangre del hospedador siendo esta acción expoliadora su principal mecanismo patógeno. En infecciones moderadas no dan lugar a anemia, aunque sí causan una disminución de la vida de los glóbulos rojos. En infecciones por un número elevado de vermes las pérdidas repetidas de sangre pueden producir anemia normocítica y normocrómica. Los daños en la mucosa pueden provocar el síndrome de mala-absorción con la consiguiente pérdida de peso (Murphy y Love, 1997) e incluso la muerte del animal si surgen complicaciones (Giles *et al.*, 1985; Love y McKeand, 1997; Love *et al.*, 1999).

Los ciatostómidos se han considerado durante mucho tiempo poco patógenos para los caballos, pero en la actualidad se consideran los helmintos de más importancia entre los que afectan a los équidos (Steinbach *et al.*, 2006). Las larvas se desarrollan en la mucosa del ciego y del colon, pero algunas penetran en la en la submucosa de la capa muscular. La entrada de larvas en la luz de las glándulas tubulares suele provocar una respuesta inflamatoria junto con una marcada hipertrofia celular (Reinemeyer y Nielsen, 2009). La salida de las larvas a la luz intestinal suele estar asociada con una infiltración masiva de la mucosa con eosinófilos.

Hay estudios que indican que en infecciones provocadas por un número muy elevado de larvas de ciatostómidos y de adultos aparecen cuadros de enteritis hemorrágica y catarral,

con engrosamiento y edema de la mucosa, especialmente en animales de 3-6 años de edad (Chapman *et al.*, 2002). Gran parte de las larvas migrantes se destruyen en los tejidos, liberando sustancias que provocan eosinofilia.

El síndrome conocido ***ciatostomosis o ciatostominosis larvaria*** se produce por la emergencia masiva de gran número de larvas enquistadas o inhibidas desde la mucosa intestinal de ciego y colon (Lyons *et al.*, 2000; Mercier *et al.*, 2001), con la consiguiente reacción inflamatoria aguda y severa, asociada casi siempre a diarrea abundante, pérdida de peso y en los casos más graves la muerte (Peregrine *et al.*, 2006; Nielsen *et al.*, 2006a; Hodgkinson *et al.*, 2008; Elsener y Villeneuve 2009), que podría afectar al 50% de los caballos infectados (Abbott, 1998). Por este motivo, el hecho de que las larvas enquistadas de ciatostómidos pueden sobrevivir en las paredes del intestino grueso tiene mucha importancia. Durante este periodo de tiempo es frecuente encontrar resultados negativos de coprología, lo que dificulta la detección de la infección (Mercier *et al.*, 2001).

Aunque los animales jóvenes son más vulnerables (Love *et al.*, 1999), este fenómeno puede aparecer a cualquier edad y en cualquier época del año. La mayoría de los signos, como neutrofilia, hipoalbuminemia, hiperglobulinemia, descenso de albúmina sérica, no son patognomónicos. Es frecuente la presencia de diarrea aguda con un gran cantidad de larvas en las heces (Corning, 2009). Resulta necesario tener en cuenta también la vehiculación de otros agentes patógenos a la circulación sanguínea como virus o bacterias, que pueden desencadenar una endotoxemia que puede terminar en la muerte del animal (Steinbach *et al.*, 2006).

Los **grandes strongílidos**, en concreto los pertenecientes al género *Strongylus* o *estróngilos migratorios*, están considerados parásitos muy patógenos debido en gran medida a la presencia de cápsula bucal, y a las complicadas migraciones que realizan sus fases juveniles, *Strongylus vulgaris* en la arteria mesentérica craneal y sus ramas, *S. edentatus* en hígado y

peritoneo parietal (en especial en el flanco derecho), y *S. equinus* en hígado y páncreas (Bonneau *et al.*, 2009).

Las larvas de grandes estrombilidos ingeridas por los équidos con el pasto llegan al intestino, lo atraviesan y migran por diferentes órganos. En el caso de *S. vulgaris* penetran en las arteriolas que irrigan intestino delgado y grueso y ascienden en dirección contraria a la circulación sanguínea hasta llegar a las arterias mesentéricas, encargadas de irrigar y nutrir buena parte del tracto digestivo del caballo. Durante este trayecto, se forman nódulos y trombos que pueden llegar a desprenderse y ocluir los vasos sanguíneos, provocando zonas necrosadas, y compresión de formaciones nerviosas con los consiguientes cólicos (Uhlinger, 1990; Mair *et al.*, 2000), a veces muy violentos, que incluso pueden llegar a provocar la muerte del animal.

Una vez en el interior de las arteriolas y tronco común de la arteria mesentérica craneal, las larvas provocan importantes daños, entre los que destaca la hipertrofia de la capa media, dilatación de los vasos con aneurisma, que puede evolucionar hacia su ruptura y muerte del animal. Este conjunto de lesiones se conoce como **arteritis verminosa** (Reinemeyer y Nielsen, 2009). La circulación puede verse comprometida en más del 50% en algunos casos (Wright, 1972). Bonneau *et al.* (2009) estimaron que la infección con más de 750 larvas infectivas de *S. vulgaris* provoca la muerte de los équidos en la mayoría de los casos.

Algunas especies pertenecientes al género *Triodontophorus*, localizadas preferentemente en el colon dorsal (*Triodontophorus tenicollis*), forman profundas criptas donde se alojan los adultos, que pueden originar úlceras cuando emplean su potente cápsula bucal para alimentarse de la mucosa intestinal.

c) Oxiúridos



La alteración más importante se produce por la puesta de los huevos que las hembras realizan en la región perianal y por las sustancias liberadas al estallar las hembras. Estas masas de restos de nematodos son irritantes, causan prurito que induce a los caballos a rascarse en el maslo de la cola produciendo inflamación, erosiones y heridas (Reinemayer y Nielsen, 2009). Cuando las larvas de *O. equi* se hallan en gran número producen inflamación de la mucosa intestinal, a veces con pequeñas heridas. Si su número es escaso no suelen causar alteraciones del intestino. Tampoco resultan muy patógenos los adultos por su escasa acción expoliadora sobre nutrientes intestinales.

d) Dictiocáulidos

En los équidos sólo se presentan de forma ocasional infecciones patentes con alteraciones respiratorias que coinciden con la detección de larvas 1 en las heces. En general, la dictiocaulosis clínica de los caballos se asocia con periodos de pastoreo conjunto con asnos. La presencia de los parásitos en el pulmón provoca la aparición de zonas lesionadas con evidencia de bronconeumonía, atelectasia y enfisema, además de la obstrucción bronquial por acúmulo de secreciones y parásitos. Con frecuencia cursa con bronquitis y bronquiolitis catarral crónica, asociadas a eosinofilia.



Artrópodos

a) Gasterófilos

Aunque las moscas adultas causan molestias a los caballos, sobre todo por el zumbido que emiten, y porque las larvas 1 pueden producir inflamaciones locales en la cavidad bucal, el efecto patógeno más importante se debe a las larvas 2 y 3, las primeras por las lesiones que causan en su migración hasta llegar al estómago y las L3, en casos de infestaciones masivas, pudiendo provocar distintos problemas en función de la especie y de la intensidad de parasitación.

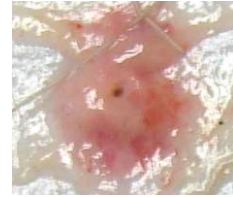
La gasterofilosis se ha asociado con problemas de deglución, úlceras intestinales, obstrucciones o vólvulos intestinales, prolapso rectal, anemia, diarrea y otros trastornos digestivos (Gökçen *et al.*, 2008). Su aparición suele relacionarse con la expoliación de nutrientes, inflamación en el punto de localización y acción tóxico-irritativa por liberación de productos de las larvas.

En casos de infestaciones masivas aparecen úlceras y ruptura de la pared del estómago, con la consiguiente supuración y peritonitis. Estas situaciones suelen cursar con reflujo gastroesofágico, provocado frecuentemente por la presencia de un elevado número de larvas de *G. nasalis* en la ampolla duodenal, que impiden el correcto tránsito del alimento (Edens y Murray, 1992). Wall y Shearer (1991) apuntaron que las larvas inmaduras de *G. nasalis* se introducen entre los dientes pudiendo provocar necrosis de las encías.

Se han publicado algunos trabajos que tratan el aspecto zoonótico de la gasterofilosis, basado en la aparición de cuadros de oftalmomiasis en personas (Royce *et al.*, 1999; Chen, 2001; Anderson, 2005), fenómeno descrito también para los cánidos (Taylor *et al.*, 2002).

b) Garrapatas

La acción patógena de las garrapatas se centra en la extracción de sangre, el efecto traumático provocado por las piezas bucales y en la irritación causada por sus secreciones, a lo que habría que añadir la reacción de hipersensibilidad local ante infestaciones repetidas (Cordero y Rojo, 1999).



Es necesario tener en cuenta la capacidad que tienen garrapatas de algunos géneros (*Dermacentor*, *Hyalomma*, *Rhipicephalus*) de transmitir otros agentes patógenos como babesias, arbovirus o rickettsias.

DETECCIÓN DE INFECCIONES PARASITARIAS

La intensidad de los signos clínicos en las infecciones parasitarias en équidos depende no sólo del agente etiológico o del número de parásitos, sino también de la condición corporal del animal, estado fisiológico, e incluso de la época del año. En general, la presencia de parásitos internos como nematodos o cestodos suele cursar de forma subclínica, provocando, pérdida de peso, alteraciones en el hemograma (anemia, linfocitosis), mal aspecto del pelo y también existe relación entre la infección por ciatostomas, o cestodos, y el desarrollo de cólicos espasmódicos. De igual modo, las alteraciones que se producen en la superficie de los animales no se deben sólo a la acción de ectoparásitos. Teniendo en cuenta que los signos mencionados pueden atribuirse a diferentes agentes, el diagnóstico clínico debe de estar apoyado siempre en la identificación laboratorial del agente etiológico (Paz-Silva *et al.*, 2009).

Los métodos de diagnóstico de laboratorio habituales son la coprología para las parasitosis digestivas y pulmonares, análisis de frotis sanguíneos para los parásitos hemáticos y la toma de muestras de pelo y costras para las parasitosis externas. En los últimos años se han incorporado algunas técnicas inmunoenzimáticas, y otras basadas en la biología molecular, con objeto de mejorar las posibilidades del diagnóstico indirecto de los diferentes agentes parasitarios que afectan al ganado equino.

Laboratorial

a) Técnicas coprológicas

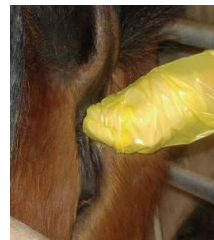
El examen de las heces se utiliza para el diagnóstico no sólo de parásitos del tracto gastrointestinal, sino también de aquellos que se encuentran en otras localizaciones, y que eliminan huevos o larvas que pasan por el aparato digestivo, como los nematodos pulmonares.

Obtención de muestras de heces

Las muestras deben de recogerse directamente del recto, con objeto de evitar su contaminación fundamentalmente por nematodos de vida libre.

Es aconsejable procesar las heces con prontitud, y cuando no sea posible, deberán de conservarse refrigeradas, o en formol tamponado al 4-8%, para impedir que algunos estadios como los huevos continúen su

evolución y dificulten su identificación, o que las heces puedan contener larvas de moscas no parásitas.



El examen macroscópico de las mismas permite comprobar su consistencia, color, presencia de sangre, moco, etc., y sobre todo la presencia de algunos parásitos o porciones de ellos o ciertas larvas que pueden ser detectados a simple vista, como proglotis de cestodos, hembras de oxiúridos, pequeños y grandes strongílidos y larvas de gasterófilos.

Se han descrito numerosas formas de procesar las muestras, desde simples extensiones hasta laboriosas técnicas cuantitativas, pero las más utilizadas siguen siendo las recomendadas por el Central Veterinary Laboratory de Weybridge (Reino Unido).



La **sedimentación** se aplica especialmente para el diagnóstico de *Fasciola hepatica* ya que los huevos de este parásito tienen mayor densidad que los restos vegetales que se hallan en las heces, lo que permite concentrarlos en el sedimento tras repetidos lavados para eliminar los detritus. Para cuantificar el número de huevos por gramo de heces se utilizan cámaras

McMaster.

La técnica de **flotación** consiste en utilizar soluciones de alta densidad en las que flotan las formas parasitarias, lo que posibilita la visualización de ooquistes de protozoos, huevos de cestodos (aunque no es la técnica de elección) y la mayoría de los huevos de nematodos. Se recomienda la solución saturada de cloruro sódico o la de sacarosa ($\rho = 1.3$). Los recuentos de huevos se pueden hacer con cámaras McMaster cuando se utiliza NaCl como solución de flotación. No conviene olvidar que las soluciones densas en contacto con las formas parasitarias pueden deformar los huevos, por lo que el tiempo de procesado de la muestra debe de ser breve.



La **migración larvaria** o **método de Baermann** se emplea para la detección de formas larvarias en las heces. Después de pesar una cantidad determinada (10 g), se envuelve con gasa, y se pone en contacto con agua en un embudo, que lleva acoplada un tubo de goma cerrado en su extremo final. Transcurridas 12-24 horas, se recogen los primeros volúmenes en un tubo, se centrifuga, y se observa el sedimento al microscopio. Este procedimiento se emplea para la visualización de larvas 1 de nematodos broncopulmonares, y también para recoger las larvas de nematodos gastrointestinales obtenidas tras el cultivo de las heces (coprocultivo).



Para determinar los géneros de nematodos gastrointestinales que parasitan al ganado equino, se realizan **coprocultivos**, para lo cual las heces se humedecen y se colocan en bandejas de plástico, que se cubren con bolsas de polietileno con orificios para asegurar la aireación de la materia fecal. Las bandejas se colocan en estufa a 24°C durante 15 días, y transcurrido este tiempo, se aplica la técnica de migración.



Recientemente, Cringoli (2006) ha desarrollado un método novedoso para el recuento de huevos en muestras fecales, de prometedora aplicación en medicina veterinaria y humana. Se trata del sistema FLOTAC®, diseñado para realizar flotación en una centrífuga, seguido de la traslación de la porción apical a la suspensión en flotación. Esta técnica permite la cuantificación de huevos, larvas, ooquistes y quistes en una muestra de 1 g de heces (Utzinger *et al.*, 2008).

Aunque el examen coprológico es muy específico para el diagnóstico de diferentes infecciones parasitarias, su aplicación presenta algunos **inconvenientes**. Los huevos de ciatostómidos no se diferencian de los otros estrongílidos digestivos, por lo que se debe recurrir a la realización de coprocultivos hasta que se complete el desarrollo hasta larvas 3, que se pueden identificar a nivel de género.

El análisis coprológico mediante flotación resulta poco sensible para detectar huevos de *Oxyuris equi*. La sospecha de parasitación se basa en la observación del intenso prurito anal que sufren los caballos como consecuencia de la sustancia cementante que las hembras del parásito utilizan para fijar los huevos, para confirmar la infección se presiona un trozo de la cinta adhesiva limpia alrededor del ano, se retira y se coloca en un portaobjetos, para su posterior examen microscópico en busca de huevos típicos de *O. equi* con el tapón en un extremo.

Aunque los huevos de los cestodos *Anoplocephala* son característicos, en ocasiones permanecen en el interior de los proglotis o se distribuyen de forma irregular en la masa fecal ya que su liberación se produce de forma intermitente, por lo que pueden pasar desapercibidos, de manera que resulta importante, como se mencionó anteriormente, el examen macroscópico previo a la realización de la flotación para evidenciar los proglotis de los cestodos.

Las técnicas coprológicas son muy útiles para el diagnóstico de enfermedades parasitarias, pero no se pueden aplicar en aquellas infecciones que no eliminan formas parasitarias en las heces. Tampoco aporta información cuando se procesan muestras obtenidas durante el periodo de tiempo que transcurre entre la infección de los animales y el desarrollo del parásito hasta la madurez sexual, conocido como periodo de prepatencia, puesto que el resultado será negativo. La presencia de huevos en las heces indica la existencia de parásitos adultos en el animal.

b) Procedimientos inmunológicos

Las técnicas de inmunodiagnóstico han contribuido de modo importante a la detección de infecciones parasitarias. Existen disponibles comercialmente procedimientos de diagnóstico inmunológico para la detección de anticuerpos específicos en suero sanguíneo, siendo las técnicas más utilizadas la aglutinación en látex, inmunofluorescencia indirecta y el enzimoimmunoensayo.

Pitel *et al.* (2002) observaron mediante la técnica de inmunoelectrotransferencia (*western blot*) que el 33% de caballos de Francia que mostraban signos clínicos neurológicos compatibles con la mieloencefalitis protozoaria equina, tenían títulos elevados de anticuerpos frente a *Sarocystis neurona*. Estos mismos autores analizaron los sueros de yeguas que presentaban abortos mediante aglutinación en látex (Pitel *et al.*, 2003a), y demostraron que el 30% alcanzaban títulos elevados de anticuerpos frente a *N. caninum*. En un estudio posterior realizado en caballos del mismo país que no presentaban signos de sospecha de neosporosis, Pitel *et al.* (2003b) obtuvieron una seroprevalencia del 23%.

Utilizando una prueba de inmunofluorescencia directa, Ciaramella *et al.* (2004) indicaron que la seroprevalencia de neosporosis entre caballos asintomáticos de Italia era del 28%.

Hoane *et al.* (2005a) desarrollaron varias proteínas recombinantes de *Sarcocystis neurona* que son eficaces para el diagnóstico de equinos parasitados por este protozoo empleando la técnica ELISA y obteniendo los mejores resultados con la proteína SnSAG2. Al mismo tiempo, han puesto a punto una prueba ELISA con la proteína recombinante NhSAG1 para la detección de anticuerpos frente a *Neospora hughesi*.

En una encuesta serológica mediante inmunofluorescencia sobre muestras de 800 caballos de Israel, Kliger *et al.* (2007) señalaron que el 21'2% de los animales con sintomatología clínica eran positivos a *Neospora*, así como el 37'5% de las yeguas que había tenido abortos.

Se ha comprobado que el diagnóstico de ciatostomosis larvaria se puede realizar con ELISA y 2 proteínas de 20 y 25 kDa obtenidas de los antígenos somáticos de dichas larvas (Dowdall *et al.*, 2003, 2004). De este modo, se consigue apreciar un incremento en la respuesta inmunitaria IgG total a las 5-7 s.p.i., que se correlaciona con la presencia de infección activa en los équidos. También se han obtenido buenos resultados utilizando proteínas recombinantes (Trotz-Williams *et al.*, 2008). En este sentido, McWilliam *et al.* (2009) han obtenido una proteína que permite la detección de caballos con larvas de ciatostómidos en hipobiosis (enquistadas). Mediante cromatografía líquida, Paz-Silva *et al.* (2010) purificaron 3 proteínas a partir de los antígenos de excreción/secreción de larvas 3 de ciatostómidos, y demostraron que un *pico* de 29 kDa resultaba útil para el diagnóstico de equinos infectados por pequeños estrogílicos.

Kjaer *et al.* (2007) compararon los resultados obtenidos mediante flotación y un ELISA con una proteína de 12-13 kDa purificada a partir de los antígenos de excreción/secreción de adultos de *Anoplocephala perfoliata*, con los datos obtenidos en la necropsia de 84 caballos, y demostraron que las dos pruebas eran útiles para poner en evidencia las infecciones, pero la flotación resultaba más fácilmente aplicable al diagnóstico individual.

Sánchez-Andrade *et al.* (2010) han desarrollado recientemente una técnica ELISA con antígenos de excreción/secreción de larvas 2 de *Gasterophilus intestinalis* y *Gasterophilus nasalis*, que ofrece buenos resultados para la estimación de la seroprevalencia de esta miasis.

La detección de anticuerpos frente a los antígenos de diferentes formas parasitarias, aunque supone un gran avance en el diagnóstico y control de un gran número de enfermedades, no siempre se puede correlacionar bien con la infección activa ya que sólo indica contacto con los parásitos. Otro fenómeno a tener en cuenta es la respuesta inmunitaria cruzada que se desarrolla frente a antígenos de diferentes formas parasitarias, incluso alejadas filogenéticamente, lo que complica la interpretación de los resultados obtenidos con las técnicas inmunoenzimáticas.

c) Técnicas de biología molecular

Pese a que no se utilizan de forma rutinaria y generalizada para el diagnóstico, suponen una gran contribución para el control de las enfermedades parasitarias, puesto que tienen mayor sensibilidad que otros procedimientos como la coprología o el ELISA, indican la presencia de infección parasitaria en el momento de la toma de muestras, y hacen posible la identificación de las especies de parásitos que afectan a los équidos (Hodgkinson *et al.*, 2005; Traversa *et al.*, 2007; Nielsen *et al.*, 2008).

La identificación de las diferentes especies de ciatostomas a partir de las características morfológicas de las larvas 3 obtenidas en coprocultivos, resulta lenta y requiere personal experto. Este proceso se ha facilitado mediante la extracción del ADN de los nematodos y posterior identificación mediante PCR (Traversa *et al.*, 2008b, 2009). Se han diseñado cebadores específicos a partir de secuencias de ADN ribosomal que codifica para el 1^{er} y 2^o espaciador interno transcrito (ITS) o de la región del espaciador intergénico (IGS) (Hodgkinson *et al.*, 2005).

Una de las aplicaciones más recientes consiste en el desarrollo de una prueba de diagnóstico de rhinoestrosis basada en la detección de ADN del parásito en muestras de exudados nasales, lo que sin duda supone una novedosa y valiosa contribución al control de esta miasis (Otranto *et al.*, 2005).

Examinación post-mortem

El examen de los caballos sacrificados permite la identificación de ejemplares de parásitos adultos y de fases larvianas en órganos y vísceras. Aunque hoy en día se dispone de técnicas de diagnóstico laboratorial *in vivo*, el diagnóstico fiable de algunas parasitosis como las cestodosis larvianas conlleva la realización de la necropsia del animal, en la que se examinan las vísceras para proceder a la identificación de los parásitos presentes.



Observación in vivo

Mediante la exploración externa de la capa de los equidos, es posible observar formas parasitarias como los huevos de *Gasterophilus*, si se pone atención en las zonas más frecuentes de oviposición (Cogley y Cogley, 2000; Sánchez-Andrade *et al.*, 2010). Este método también se aplica al diagnóstico de infestación por garrapatas, o de la presencia de *Hippobosca*.

PREVALENCIA E INTENSIDAD DE INFECCIONES PARASITARIAS EN CABALLOS

Como ya se advirtió en el apartado 2.3. (*cfr.* p. 15), el número de trabajos sobre algunas infecciones parasitarias en ganado equino es escaso, y prácticamente se limitan a los helmintos, en especial nematodos gastrointestinales (estrongílicos) y cestodos. Por este motivo, este capítulo de revisión se ha centrado en estos dos grupos. Otra salvedad a tener en cuenta es que hasta hace algunos años la mayoría de las investigaciones se realizaban mediante la **necropsia** de los animales.

Prevalencia de infección

a) Por nematodos gastrointestinales

Barrio Crespo (1976) examinó el intestino de equinos sacrificados en un matadero de León y encontró *Parascaris equorum* en el 18% y *Strongylus vulgaris* y *Oxyuris equi* en el 25%.

En un estudio llevado a cabo en Australia, Mfitilodze y Hutchinson (1989) comprobaron que el 15% de los caballos eliminaban huevos de **ascáridos** (*Parascaris equorum*) y el 26% de **oxiúridos** (*Oxyuris equi*). Al año siguiente, estos investigadores comprobaron que el 89% de los caballos sacrificados en un matadero local tenían nematodos gastrointestinales, en el 97% de los casos positivos sólo había pequeños estrongílicos, y en el 1% grandes estrongílicos (Mfitilodze y Hutchinson, 1990). En un trabajo posterior, Buckwell *et al.* (1995) detectaron estrongílicos en el 95% de los caballos sacrificados en Victoria (Australia), de los cuales el 76% eran grandes estrongílicos, y había ascáridos en el 5% de los animales, y oxiúridos en el 4%.

Mediante la técnica coprológica de **flotación**, Sotiraki *et al.* (1997) apreciaron que el de los caballos de Macedonia y Tesalia (Grecia) eliminaban huevos de estrongílicos, después de

realizar los correspondientes coprocultivos determinaron que el 42% correspondían a pequeños estrogilidos y el 46% a grandes estrogilidos.

Martin-Downun *et al.* (2001) desarrollaron un estudio con caballos de EEUU, y encontraron que el 5% eliminaban huevos de ascáridos y el 76% de ciatostómidos. Lyons *et al.* (2006) en Kentucky (EEUU), demostraron que la prevalencia de nematodos ascáridos oscilaba entre el 10 y el 46% de las muestras de heces de caballos analizadas. Mediante necropsia, Lyons *et al.* (2001) encontraron en ponies Shetland una prevalencia del 23% para *Strongylus vulgaris*, 19% para *Strongylus edentatus*, 54% de *Oxyuris equi* y del 69% para *Thelazia lacrimalis*. En caballos de los estados de Illinois y Tennessee, Cleale *et al.* (2006) encontraron mediante necropsia ciatostómidos de los géneros *Cyathostomum* spp (100%), *Cylicocyclus* spp (100%), *Gyalocephalus capitatus* (22'2%) y *Poteriostomum* spp (33'3%). También obtuvieron adultos de *Strongylus edentatus* (47%), *Strongylus vulgaris* (61%), *Triodontophorus* (69%) y *Parascaris equorum* (42%), y larvas 4 de *Oxyuris equi* (42%).

Epe *et al.* (2004) analizaron la eliminación de huevos de parásitos en heces de caballos de Alemania entre los años 1998 y 2002, y observaron huevos de *P. equorum* en el 1% de las muestras, estrogilidos en el 37% y oxiúridos en el 0'04%. En un trabajo posterior en el mismo país, von Samson-Himmelstjerna *et al.* (2009) mostraron que la prevalencia de estrogilidos era del 50%, mientras que el porcentaje de caballos que eliminaba huevos de *P. equorum* oscilaba entre el 2 y el 16%.

En Etiopía, Fikru *et al.* (2005) desarrollaron una encuesta epidemiológica con objeto de conocer el efecto de la parasitación por nematodos gastrointestinales en ganado equino, y observaron que el 17% de las muestras fecales analizadas contenían huevos de *P. equorum*, el 93% de estrogilidos (grandes y pequeños) y sólo el 2% de oxiúridos.

En caballos de Pura Raza Inglés de Gran Bretaña, Coles y Rhodes (2005) comprobaron que el 24% de los animales eliminaban huevos de estrongílicos.

Pereira y Vianna (2006) comprobaron en caballos de Sao Paulo (Brasil) que el 100% eliminaban huevos de nematodos gastrointestinales. Slivinska (2006) y Kuzmina *et al.* (2006) en Ucrania obtuvieron resultados parecidos, demostrando además que prácticamente el 100% de los caballos estaban infectados por *Strongylus*.

En équidos de de la Comunidad Autónoma Gallega, Francisco *et al.* (2007) observaron que los parásitos más numerosos eran los estrongílicos (97%), seguidos por ascáridos (5%) y oxiúridos (3%). En caballos en silvopastoreo, estos investigadores confirmaron que los helmintos más frecuentes pertenecían a los estrongílicos (89%), ascáridos (11%) y oxiúridos (3%) (Francisco *et al.*, 2009b).

Utilizando técnicas coprológicas, Rehbein *et al.* (2007) obtuvieron un 100% de prevalencia de estrongílicos y un 24% de *Parascaris equorum*. En la necropsia hallaron *Trichostrongylus axei*, y larvas de *Gasterophilus intestinalis*. Pese a tratarse de un trematodo, resultó sorprendente el hallazgo de un 40% de *Fasciola hepatica* también mediante esta técnica postmortem.

Von Samson-Himmelstjerna *et al.* (2009) realizaron un estudio con muestras de heces de caballos de Alemania, Italia y Gran Bretaña, y observaron que el 56% contenían huevos de estrongílicos, oscilando entre el 48% en Alemania y el 61% en Reino Unido.

Se han desarrollado algunas experiencias con **coprocultivos** para identificar las especies de estrongílicos que afectan al ganado equino. Davies y Schwalbach (2000), en

Sudáfrica, detectaron que más del 90% de las larvas pertenecían a ciatostómidos y sólo un pequeño porcentaje a los géneros *Strongylus* y *Triodontophorus*.

Mercier *et al.* (2001) observaron que el 100% de las larvas obtenidas en coprocultivos con muestras de caballos del Brasil eran de ciatostómidos; al procesar heces de équidos de Australia, identificaron larvas de ciatostómidos en el 84% y de grandes estrongílicos en el 16%.

En Canadá, Slocombe *et al.* (2006) demostraron que los huevos de estrongílicos detectados en heces correspondían en el 100% de los casos a ciatostómidos.

Steinbach *et al.* (2006) en Alemania indicaron que las especies más frecuentes de ciatostómidos eran *Cylicostephanus longibursatus*, *Cylicostephanus goldi* y *Cyathostomum catinatum*.

En un estudio realizado en 16 granjas de Italia con 276 caballos, Traversa *et al.* (2007) detectaron que todos estaban parasitados por ciatostómidos.

Lind *et al.* (2007) en un estudio realizado en Suecia, señalaron que las especies más prevalentes de ciatostómidos eran *Cylicocyclus nassatus* y *Cyathostomum catinatum*.

En équidos del noroeste de España, Francisco *et al.* (2009a, b) identificaron los géneros *Cyathostomum*, *Poteriostomum* y *Gyalocephalus* spp.

Elsener y Villeneuve (2009) en un estudio con potros de hasta 2 años comprobaron mediante coprocultivos, que el 100% de los animales estaban exclusivamente parasitados por ciatostómidos.

En un estudio realizado en Italia, Milillo *et al.* (2009) detectaron ciatostómidos en 1110 caballos estudiados pertenecientes a 84 yeguas, lo que representa un 53% de los animales estudiados.

Cirak *et al.* (2004) en Turquía comprobaron que el 100% de los caballos estaban parasitados por ciatostómidos, y en menor medida por nematodos de los géneros *Strongylus* y *Triodontophorus*.

b) Cestodos

Como ya se ha citado anteriormente, aunque el diagnóstico de **cestodos** mediante el empleo de técnicas coprológicas es poco fiable, es necesario tener en cuenta que los huevos pueden permanecer dentro de los proglotis, y no salir aislados al exterior, lo que dificulta el diagnóstico de esta parasitación. Por este motivo se han realizado importantes esfuerzos para desarrollar técnicas más fiables.

En Queensland (Australia), Mfitedze y Hutchinson (1989) analizaron la presencia de huevos de cestodos en las heces de caballos, comprobando que la prevalencia de eliminación de huevos de *Anoplocephala perfoliata* era del 32%, y del 2% para *A. magna*. En un estudio posterior, Buckwell *et al.* (1995) confirmaron que el porcentaje de parasitación por cestodos en caballos de Australia era del 29%. En caballos de Alemania, Epe *et al.* (2004) confirmaron que la prevalencia de huevos de cestodos en las heces era del 1'4%.

Slocombe (2006) desarrollaron un estudio con muestras de heces de caballos de diferentes países, y comprobaron que el porcentaje de caballos que eliminaban huevos de cestodos variaba de forma significativa según su origen, observando los valores más altos en Canadá (52%), Francia (34%) y Nueva Zelanda (26%), y los más bajos en Alemania (13%).

En una encuesta realizada en Reino Unido con más de 1200 caballos, Comer *et al.* (2006) sólo detectaron un 16% de positivos por coprología, indicando que podría deberse al elevado número de tratamientos antiparasitarios al que están sometidos los caballos en esta zona.

Mediante necropsia, distintos autores citan prevalencias muy diferentes. Lyons *et al.* (2000) encontraron una prevalencia del 52% en caballos de Kentucky (EEUU) En ponies Shetland, la prevalencia de *A. perfoliata* a la necropsia resultó del 8% (Lyons *et al.* (2001). Martin-Downun *et al.* (2001) encontraron en caballos de Pensilvania una prevalencia de *A. perfoliata* del 5%. En caballos de Tennessee (EEUU), Marchiondo *et al.* (2006) obtuvieron un porcentaje de parasitación cercano al 50%. Cleale *et al.*, (2006), en un estudio realizado con caballos de Illinois y Tennessee, comprobaron mediante necropsia que el 64% tenían adultos de *A. perfoliata*.

Reinemeyer *et al.* (2003), encontraron una seroprevalencia del 54'2% en caballo de distintos estados de EEUU.

No existen muchos estudios en nuestro país para determinar la prevalencia de las infecciones por cestodos en caballos. Meana *et al.* (2005) comprobaron mediante necropsia, que en la zona centro de España el 24% de los equinos estaban infectados por *A. perfoliata*, y un 18% por *A. magna*. En muestras de équidos del noroeste peninsular, Francisco *et al.* (2009a) obtuvieron una prevalencia de eliminación de huevos de cestodos del 1%.

De entre las 3 especies de tenias que pueden parasitar a caballos, *A. magna*, *Paraanoplocephala mamillana* y *A. perfoliata*, es ésta última la de mayor prevalencia en la mayoría de países estudiados (Chapman *et al.*, 2002).

Hoglund (1998) y Toguchi *et al.* (2004) afirmaron que *A. perfoliata* alcanza la mayor prevalencia y distribución en el mundo, además de ser la especie más patógena. *Paranoplocephala mamillana* aparece en muy contadas ocasiones, mientras *A. magna* es la segunda más prevalente (Sanada *et al.*, 2009).

c) Artrópodos

Con frecuencia en mataderos de caballos se encuentran larvas de gasterófilos. De las 8 especies conocidas de *Gasterophilus*, sólo 3 aparecen en regiones con clima oceánico, *G. intestinalis*, *G. nasalis* y *G. hemorroidalis* (Agneessens *et al.*, 1998).

Han sido numerosos los estudios realizados en mataderos de Reino Unido (Lyon *et al.*, 2000), Francia (Bernard *et al.*, 1994), Italia (Principato, 1989), demostraron que *G. intestinalis* y *G. nasalis* eran las especies de mayor prevalencia, mientras que *G. haemorroidalis*, *G. inermis* y *G. pecorum* se encuentran en pocas ocasiones (Otranto *et al.*, 2005).

Edwards (1982) en el Norte de Inglaterra y Gales, comprobó que la prevalencia de *G. intestinalis* en caballos sacrificados era del 52'7%, que prácticamente coincide con la observada en Irlanda por Sweeney (1990) (50%).

En necropsias de caballos de Alemania, Ribbeck *et al.* (1983) encontraron una prevalencia de gasterofilosis del 8'7%, similar a la detectada en Israel por Sharir *et al.* (1987) (11'1%), y en Suecia por Hoglund *et al.* (1997) (12'3%).

En Suiza, Brocard y Pfister (1991) detectaron una prevalencia de *G. intestinalis* del 64'6%, próxima a la demostrada por Bernard *et al.* (1994) en Normandía (52%) y por Agneessens *et al.* (1998) en Bélgica (60%).

Reinemeyer *et al.* (2000) en caballos de EEUU, en un estudio mediante endoscopia con sonda nasogástrica, detectaron una prevalencia de infección por *G. intestinalis* del 98%, comprobaron que prácticamente todas las larvas estaban en el estómago. Estos autores señalan que el 36% de los mismos animales estaban también parasitados por larvas de *G. nasalis*, localizadas en el duodeno proximal. En este mismo país, Reinemeyer y Nielsen (2009) afirmaron que se podían encontrar prevalencias del 90% en los meses de otoño e invierno.

En Sao Paulo (Brasil), Sequeira *et al.* (2001) observaron que el 17% de los caballos tenían *G. nasalis*, porcentaje inferior al citado por Rodrigues *et al.* (2007) para la misma zona (32%).

Los estudios realizados mediante necropsia en Italia a lo largo de un año por Otranto *et al.* (2005) detectaron larvas de gasterófilos en el 82% de los caballos, las más abundantes (92'5%) eran de *G. intestinalis* y en menor cantidad (44'8%) *G. nasalis*.

Gökçen *et al.* (2008), en un estudio realizado en Turquía aplicaron un antiparasitario a los caballos y recogieron las larvas 3 eliminadas con las heces, encontraron que el 10% de los caballos estaban parasitados, y la prevalencia se correspondía en el 6'25% a *G. intestinalis*, 2'67% a *G. nasalis* y 0'89% a *G. pecorum*.

Sánchez-Andrade *et al.* (2010) demostraron la presencia de anticuerpos IgG frente a *G. intestinalis* y *G. nasalis* en el 46% y 50% de los caballos del noroeste español.

Intensidad de parasitación

El método más adecuado para la estimación de la intensidad de parasitación en équidos es la necropsia, puesto que la eliminación de huevos o los valores de anticuerpos no se pueden correlacionar de forma directa con la carga parasitaria que alberga el hospedador. Sin embargo, no siempre resulta posible el sacrificio de los animales con este fin, y desde el punto de vista ético no es una práctica a defender, por lo que en muchos casos se relaciona la intensidad de parasitación con las cifras de eliminación de huevos o larvas de parásitos en heces.

Lind *et al.* (2003) determinaron que en Suecia, la eliminación de huevos de strongílidos era de 1030 hpg (huevos por gramo de heces), con una variación individual de 150-3500 hpg,

En caballos PSI de Gran Bretaña, Coles y Rhodes (2005) comprobaron que el valor medio de eliminación de huevos de strongílidos era del 2720 hpg, valor que contrasta significativamente con los resultados aportados por Hodgkinson *et al.* (2005) en el mismo país, quienes obtuvieron una intensidad media de parasitación por strongílidos de 312 hpg.

Holm-Martin *et al.* (2005) observaron que en Australia, todos los caballos resultaron positivos por coprología antes del tratamiento con eliminaciones medias de huevos de strongílidos entre 740 y 1127 hpg.

En équidos de Alemania, von Samson-Himmelstjerna *et al.* (2009) demostraron que la media de eliminación de huevos de strongílidos oscilaba entre 723 y 1023, mientras que la intensidad de parasitación por ascáridos era de 1330 h.p.g. En el mismo país, Steinbach *et al.* (2006) en Alemania, obtuvieron unos valores de eliminación de huevos de strongílidos entre 50 y 3500 hpg.

También se han realizado comprobaciones del mismo tipo en países de América del Sur. En un estudio desarrollado en Chile, Rubilar *et al.* (2001) observaron que el valor medio de eliminación de huevos de strongílidos era de 1580 hpg. Posteriormente, Pérez *et al.* (2002) comprobaron en la misma zona que la intensidad media de parasitación por strongílidos era de 2190 ± 1029 hpg.

Mercier *et al.* (2001) detectaron en équidos de Brasil que la eliminación de huevos de strongílidos oscilaba en torno a 700 hpg.

En Perú, Chávez *et al.* (2006) obtuvieron por coprología unos valores medios de eliminación de strongílidos de 3300 hpg, mientras que los de ascáridos fueron de 200 hpg. Al analizar la intensidad de parasitación por cestodos, estos autores obtuvieron valores medios de eliminación de 1000 hpg.

Schumacher *et al.* (2009) comprobaron en un estudio en Alabama (EEUU), que la media de eliminación de huevos no superaba los 200 hpg, umbral considerado por muchos autores para aplicar un tratamiento, evitar cólicos y la excesiva contaminación de larvas uno en los pastos (Uhlinger, 1993).

Prácticamente no existen investigaciones acerca de la intensidad de parasitación por **artrópodos**. En un estudio a lo largo de un año, Edwards (1982) detectó que en caballos sacrificados en el Norte de Inglaterra y Gales, los valores medios mensuales de L2 de *Gasterophilus* se situaban entre 2 y 23, y entre 16 y 59 para las L3.

Factores relacionados con la parasitación por helmintos y agentes causantes de miasis en équidos.

a) Edad

Mfitilodze y Hutchinson (1990) mostraron mediante necropsia que el número total de estrombilidos recuperados en caballos sacrificados de Australia, era independiente de su edad, lo que coincide con los resultados de Brocard y Pfister (1991) en Suiza. Sin embargo, en otro estudio desarrollado en Victoria (Australia), Buckwell *et al.* (1995) manifestaron que la edad influía en la prevalencia de parasitación por estrombilidos, ascáridos y oxiúridos. Sólo se encontraron ascáridos en los potros de menos de 2 años, mientras que los porcentajes más elevados de parasitación por cestodos y nematodos estrombilidos equinos se obtuvieron en caballos de 2 a 7 años. No se demostraron diferencias significativas en la infección por oxiúridos al tener en cuenta la edad de los caballos.

En equinos de Suecia, Lind *et al.* (1999) y Larsen *et al.* (2002) observaron elevadas eliminaciones de huevos de estrombilidos en animales de edades comprendidas entre los 2 y 3 años.

Larsen *et al.* (2002) estudiaron en Dinamarca distintos factores de riesgo en 56 yeguas que contaban con un total de 903 caballos, y encontraron diferencias respecto a la edad de los animales, resultados que coinciden con Love y Duncan (1992) quienes detectaron un mayor riesgo de infección en potros y caballos jóvenes. Además, llegaron a la conclusión de que el tipo de alojamiento y la edad son los factores de riesgo que más influyen en la intensidad de parasitación.

En un estudio llevado a cabo en Alemania, von Samson-Himmelstjerna *et al.* (2002) comprobaron que la edad, la estación del año y la fecha de la última desparasitación influyen en el grado de infección por ciatostomas. A parecida conclusión llegaron en Gran Bretaña,

Bairden *et al.* (2006) al observar una mayor carga parasitaria de ciatostómidos en animales jóvenes, concluyendo que la estación del año, la época de aplicación de tratamientos y el fármaco usado también influían en las posibilidades de infección.

Otros autores establecieron igualmente relación entre la intensidad y la prevalencia de parasitación por helmintos, y la edad de los animales, (Döpfer *et al.* 2004, Fikru *et al.* 2005, Elsener y Villeneuve (2009).

Lyons *et al.* (2006) en Kentucky (EEUU), demostraron que la prevalencia de parasitación por ascáridos era alta para los équidos jóvenes (46%) y baja para los de mayor edad (<10%).

von Samson-Himmelstjerna *et al.* (2002) en caballos de Alemania comprobaron que la edad influía en la parasitación por helmintos, observando que los potros eliminaban mayor cantidad de huevos de estrongílicos y de *P. equorum*.

En ganado equino gallego, Francisco *et al.* (2007) demostraron que la prevalencia de estrongilosis y ascariosis era superior en los potros, mientras que en los caballos más viejos se encontraron los mayores porcentajes de eliminación de huevos de cestodos.

Lindgren *et al.* (2008) apreciaron que la mayor tasa de eliminación de huevos de *Parascaris equorum* tiene lugar a los 4 meses de edad, manteniéndose niveles altos hasta los 6 meses para disminuir a medida que aumenta la edad de los animales.

b) Sexo y raza

En Australia, Mfitalodze y Hutchinson (1990) determinaron que el número total de strongílidos recuperados en caballos sacrificados era independiente del sexo o de la raza. Estos resultados no concuerdan con los de Buckwell *et al.* (1995), quienes obtuvieron prevalencias de ascáridos y cestodos significativamente superiores en los machos, en tanto que en los strongílidos sucedió al revés. No apreciaron diferencias significativas al valorar la presencia de oxiúridos.

Döpfer *et al.* (2004) señalaron que en ganado equino de Holanda, las yeguas eliminaban mayores valores de huevos de strongílidos en las heces que los machos.

Fikru *et al.* (2005) no encontraron relación entre la intensidad y la prevalencia de parasitación por helmintos, y el sexo o la raza de los caballos.

En ganado equino del Reino Unido, Edwards, (1982) señaló que en la prevalencia de infección por *Gasterophilus intestinalis* no influía la raza de los animales.

Al estudiar la posible influencia del sexo de los animales en la parasitación por *Gasterophilus*, los distintos investigadores llegan a conclusiones diferentes, mientras Agneessens *et al.*, (1998) en Bélgica, encontraron que las hembras estaban más parasitadas que los machos, en Brasil, Rodrigues *et al.*, (2007) encontraron que los machos estaban más parasitados por *Gasterophilus* que las yeguas.

Romaniuk *et al.* (2004) observaron que las yeguas adultas sólo eliminaban huevos de strongílidos, y los potros de ascáridos.

En caballos Pura Raza Árabe de Turquía, Gökçen *et al.* (2008) demostraron que la infestación por *Gasterophilus* y el sexo de los animales no estaban relacionados.

c) Condiciones climáticas

Para estudiar la posible influencia de las condiciones climáticas sobre las infecciones parasitarias, Lloyd (2009) en Reino Unido realizó una investigación con 267 caballos, de los que se tomaban muestras 4 veces al año, y encontró los recuentos más elevados en verano (agosto) en todos los animales; también las cifras de eliminación de huevos descendían con el número de tratamientos que recibían los équidos.

Distintos autores comprobaron que la gasterofilosis tiene un marcado patrón estacional y que la infección por las distintas especies de *Gasterophilus* no es sincrónica. Pandey *et al.*, (1980) señalaron que la infestación por *Gasterophilus nasalis* empieza más temprano que la de *Gasterophilus intestinalis*.

Brocard y Pfister (1991) demostraron que en Suiza la gasterofilosis es una miasis estacional, que afectaba en especial a los caballos de capa oscura.

Gökçen *et al.* (2008) en un estudio realizado en Turquía llegaron a la conclusión de que en la infestación por *Gasterophilus* influyen las condiciones climáticas y el área geográfica dónde se encuentren los caballos.

d) Manejo

Lyons *et al.* (2000) afirmaron que los caballos mantenidos en extensivo están expuestos a la infestación por artrópodos, entre los que destacan por su elevada frecuencia y patogenicidad las moscas *Hippobosca* y las garrapatas. También son muy importantes las infestaciones provocadas por *Gasterophilus*.

Larsen *et al.* (2002) diseñaron una encuesta y la repartieron entre propietarios daneses de caballos, el objetivo de la misma era conocer las causas relacionadas con el manejo que

influyen en la infección por helmintos. Al realizar el estudio coprológico comprobaron que el riesgo de parasitación disminuye en caballos alojados en clubes hípicas y granjas de sementales, posiblemente por el valor económico de los animales y la aplicación de fármacos eficaces, como las lactonas macrocíclicas; sin embargo, obtuvieron elevadas cargas parasitarias en caballos de granjas-escuela. Encontraron que los caballos eliminaban gran cantidad de huevos de helmintos en las explotaciones en las que el propietario elegía el tratamiento antihelmíntico y cuando no se seguía el consejo del veterinario acerca de utilizar medidas de higiene y rotación en los pastos; también comprobaron que introducir animales nuevos en la explotación sin realizar análisis coprológicos previos, es un factor de riesgo importante. Estos autores llegaron a la conclusión de que el tipo de alojamiento y la edad son los 2 principales factores de riesgo para encontrar un elevado grado de parasitación, y que es necesaria la intervención de los profesionales veterinarios para explicar a los propietarios una adecuada pauta de desparasitación, teniendo en cuenta el ciclo biológico y la epidemiología de los parásitos.

Döpfer *et al.* (2004) en un estudio realizado por coprología con 484 caballos en Holanda, encontraron recuentos de hpg más elevados en las yeguas que salían al pasto, al igual que Francisco *et al.* (2009a) en equinos del noroeste de España.

En un estudio realizado con caballos de Cracovia (Polonia), Kornaś *et al.* (2004) encontraron las prevalencias de parasitación por estrongídeos más altas (74%) en los caballos que se mantenían continuamente en el pasto, mientras que las más bajas se obtuvieron en los que se alojaban en boxes.

CONTROL DE PARASITACIÓN EN EQUINOS

El control de infecciones parasitarias en caballos, al igual que sucede en el resto de especies animales, se centra casi exclusivamente en la quimioterapia, y a menudo se obvia el efecto beneficioso que supondría actuar sobre el medio, en el que se encuentran formas de resistencia o de vida libre de los parásitos. Tampoco se tiene demasiado en cuenta la utilidad de los análisis coprológicos periódicos para detectar la eliminación de huevos/larvas/ooquistes a través de las heces, ni para evaluar la eficacia de un tratamiento.

Parece posible reducir el riesgo de infección por helmintos disminuyendo la presencia de formas parasitarias en los pastos que sirven de alimento a los equinos. Sin embargo, para actuar con éxito sobre el medio es imprescindible conocer la cronobiología de los parásitos. El análisis conjunto de la presencia de parásitos en el pasto y de las condiciones climáticas, proporcionará datos imprescindibles acerca de los periodos más adecuados para aplicar medidas profilácticas y terapéuticas adecuadas.

Es importante destacar que la administración de tratamientos antiparasitarios está condicionada por el régimen de manejo de los caballos, resultando difícil en el caso de animales salvajes mantenidos en silvopastoreo en el monte (Sánchez *et al.*, 2010).

A pesar de lo expuesto en las líneas anteriores, en ocasiones la quimioterapia es la única opción posible para la lucha frente a los parásitos, dado que no resulta fácil intentar implementar acciones sobre el medio, o su aplicación carece de sentido. Esta sería la situación de las artropodosis, en especial las miasis.

En este apartado se han revisado diversos aspectos relacionados con las nematodosis gastrointestinales y las artropodosis en ganado equino.

Prácticas más frecuentes para el control de infecciones parasitarias en équidos

En un estudio epidemiológico realizado por Lloyd *et al.* (2000) en Inglaterra, comprobaron que de 150 granjas, 27 habían tenido problemas graves causados por parásitos. Después de analizar muestras de heces de 188 caballos, encontraron en la mayoría bajas o nulas eliminaciones de huevos. La mayoría de los propietarios reconocieron no seguir las recomendaciones del veterinario para evitar el desarrollo de resistencias.

El 94% de los encuestados utilizaban la ivermectina como fármaco de primera elección y lo alternaban con otros 3 ó más fármacos distintos dentro de un mismo año.

El criterio para elegir un fármaco fue el siguiente: primero se guían por anuncios, seguido de artículos de revistas del sector equino y finalmente por el consejo del profesional veterinario.

Kaplan (2002) afirmó que la mayoría de los propietarios de caballos en EEUU, están muy concienciados del impacto que pueden tener los parásitos en la salud de sus animales. Así mismo comprobó que los dueños siguen influyendo mucho en el control parasitario de sus caballos.

En el ***National Animal Health Monitoring System Equine '98 study***, se publicó que en EEUU, el 96'8% de los caballos recibían tratamientos antiparasitarios en los primeros 12 meses de vida, y que al 49'2% de los caballos se les administraban 4 ó más tratamientos. En el 98'6% de los casos los animales se desparasitan como una medida de control general para prevenir posibles enfermedades, y se combinaban distintos fármacos inespecíficos y de forma desproporcionada. El principal objetivo, debido a una mentalidad e idea equivocada, era tratar a los caballos para intentar mantener siempre recuentos de huevos en heces cercanos a 0.

Muchos entrenadores de caballos de carreras tienen sus propios programas de desparasitación que aplican de forma sistemática, sin tener en cuenta si el caballo está o no

parasitado y en qué grado. De esta forma se están administrando muchos antiparasitarios sin ser realmente necesarios (Earle *et al.*, 2002; Pascoe *et al.*, 1999).

En Dinamarca Nielsen *et al.* (2006b), enviaron una encuesta a 170 veterinarios clínicos, con el fin de diseñar estrategias para el control de las estrogilosis equinas. Obtuvieron respuesta de 87, de los cuales el 97% realizaba análisis coprológicos de grupo para el diagnóstico y el 41% hacía coprocultivos. Los análisis y la instauración del tratamiento eran más frecuentes en primavera, verano y principios de otoño. El valor de eliminación que se consideraba como umbral para administrar tratamiento fue de 200 hpg (20-500 hpg)

Cuando optan por realizar análisis coprológicos individuales es debido a la sospecha clínica de enfermedad parasitaria o al requerimiento del propietario.

En algunas ocasiones, administraban el tratamiento sin realizar análisis coprológico previo, bien porque el animal tenía signos clínicos de enfermedad (77%), en potros (84%), y en yeguas preñadas (51%).

El 67% de los encuestados alternaban fármacos de forma regular, el 18% utilizaban siempre el mismo, el 13% tenían en cuenta la opinión del propietario y sólo en el 11% de los casos se trataba de monitorizar la posible aparición de resistencia aplicando el FECRT.

La ivermectina era el fármaco más utilizado (94%) seguida de la moxidectina (71%) y las sales de pirantel (65%).

En Dinamarca es necesaria receta del veterinario para utilizar fármacos antiparasitarios, lo que permite desarrollar estrategias adecuadas para el control parasitario, y mantener la eficacia de estos fármacos.

En una encuesta realizada entre propietarios de caballos de Dinamarca, Lind *et al.* (2007) constataron que en el 97% de las explotaciones los animales tenían acceso a zonas de pasto. Todas las granjas con sementales y aquellas con pocos animales recogen los animales a boxes, mientras que el 89% de los clubes de entrenamiento de potros, 98% de las yegudas de

cría y el 99% de escuelas de equitación mantenían los animales en zonas de pastoreo casi de forma continua, sobre todo las yeguas de cría con sus potros.

Las acciones más frecuentes sobre los pastos consisten en el desbroce y siega (36%), el 26% de los encuestados utiliza más de una medida de manejo sobre el campo y la mayoría de centros de sementales (74%) utilizan una amplia variedad de medidas, como: cultivar y sembrar de nuevo, rotar con otras zonas limpias o segar y desbrozar los restos de vegetación que permanecen en las parcelas.

El 74% de los encuestados retira las heces del pasto; un 6% lo hace al menos una vez por semana, un 11% una vez al mes y el 24% una vez al año. Sólo el 10% de los propietarios practican pastoreo rotacional con otros animales como vacas y ovejas.

Más del 99% de los propietarios desparasitan sus caballos. Para calcular la dosis de producto, el 13% utiliza una cinta o una báscula para estimar el peso de los animales, el 67% lo calcula a ojo y el resto administra una jeringa de producto por animal, sin tener en cuenta el peso.

El 82% desparasitan todos los caballos al mismo tiempo y el 38% lo hacen cuando los animales se incorporaban a la explotación. En el 98% de los casos es el ganadero o empleado el que trata a los animales y sólo en el 2% lo hace el veterinario.

El número de tratamientos por año varió de 1 a 8 (3'2 de media). Generalmente los caballos de menos de 5 años reciben más tratamientos, sobre todo en el caso de potros en entrenamiento y centros con sementales. En granjas de cría, escuelas de equitación y en el caso de pequeñas granjas, tratan los caballos adultos una media de 2'6 veces al año, sin tener en cuenta la edad de los animales.

Se aplican tratamientos en todos los meses del año, excepto en los de invierno (enero-marzo), el 55% desparasita en mayo y el 42% en septiembre. Los fármacos más empleados fueron la ivermectina en otoño y el pirantel en primavera.

Para el tratamiento frente a cestodos, el 50% utilizaba el pirantel a una dosis de 38mg/Kg p.v mientras que el 1% prefería el praziquantel. La mayoría de los tratamientos frente

a este grupo de parásitos se realizaba en mayo. El 39% no desparasitaban frente a cestodos y el 10% no supo responder.

La mayor parte de los propietarios consideran un grave problema la aparición de resistencias sin embargo eran muy pocos los que solicitaban análisis para evaluar el estado parasitario y el funcionamiento de los tratamientos aplicados (1%). El 68% no lo habían hecho nunca.

El 72% de los encuestados manifestó que nunca había tenido problemas asociados a infecciones con helmintos. Todos respondieron que los veterinarios son la fuente de información más importante y apenas tienen en cuenta el consejo de otros propietarios.

Kuzmina y Kharchenko (2008), en Ucrania recomiendan desparasitar entre 4 y 6 veces al año. Los fármacos más utilizados en su zona son los bencimidazoles (albendazol, febendazol y oxicendazol) y las lactonas macrocíclicas (ivermectina, aversectina y moxidectina), mientras que las sales de pirantel apenas se emplean.

En equinos del Reino Unido, Comer *et al.* (2009) indicaron que en el 34% de los casos el veterinario elige la pauta de desparasitación; en el 31% la elige el cuidador, y en el 33% rotan productos sin seguir ningún tipo de criterio. En un elevado porcentaje no se realizan análisis previos al tratamiento y las coprologías quedan restringidas a los casos en los que existe sospecha de parasitosis. Estos autores señalan que los tratamientos más utilizados fueron a base de moxidectina (43%), ivermectina (40%), pamoato de pirantel (22%) y febendazol (11%).

Veronesi *et al.* (2009) señalaron que en Italia los fármacos utilizados con mayor frecuencia frente a *Parascaris equorum* son la ivermectina y el pamoato de pirantel, que se administran una vez al mes o cada 2 meses a partir de los 2 meses de edad de los potros, continuando el tratamiento hasta el año. En muchos casos alternan los 2 fármacos pensando que se evitará la aparición de resistencias.

Quimioterapia como medida de control parasitario en caballos

El control de las parasitaciones de los caballos se basa fundamentalmente en la administración de productos antiparasitarios. Existen numerosos productos disponibles comercialmente, aunque los más empleados son los bencimidazoles, lactonas macrocíclicas, sales de pirantel y praziquantel.

Para la instauración de un tratamiento antiparasitario se debe considerar qué fármaco se debe emplear y cuándo. La elección se debería sustentar en el conocimiento de factores como la carga parasitaria que presenta el animal, el manejo de los caballos, coste del producto y duración del efecto. El momento más adecuado para el tratamiento de los équidos se sabe por la cronobiología de las infecciones y de las prácticas de pastoreo de los animales.

a) Antiparasitarios

Hoy en día existen fármacos de actividad antiparasitaria con un amplio espectro, y elevada eficacia con una sola aplicación. Es importante tener en cuenta que la observación de un cuidadoso programa rotacional de antiparasitarios diseñado de acuerdo a la situación particular de cada explotación, es la opción más adecuada para asegurar la desparasitación eficaz (Reinemeyer y Henton, 1987).

1) **Bencimidazoles**, como el oxibendazol y fenbendazol. Presentan una actividad rápida y eficaz frente a pequeños y grandes strongílidos, y ascáridos. En los caballos, los bencimidazoles eliminan el 90-100% de los strongílidos adultos, pero su eficacia es menor frente a larvas 3 y 4, por lo que puede ser necesaria la administración de dosis elevadas y repetidas para combatir las fases migratorias de estos nematodos.

2) **Lactonas macrocíclicas**, las más empleadas son ivermectina y moxidectina, y más recientemente doramectina, abamectina y aversectina. Provocan parálisis a los parásitos y son eficaces frente a nematodos y larvas que causan miasis, como los gasterófilos.

Desde los años 80 se viene utilizando la **ivermectina**, un derivado de la abamectina producto del hongo *Streptomyces avermectilis*.

La **moxidectina** es una lactona macrocíclica de segunda generación con potente acción endectocida. Es un derivado de la *nemadectina* que a su vez es un producto de fermentación de *Streptomyces cyaneogriseus* subespecie *noncyanogenus* (Márquez, 2003). Cobb y Boeckh (2009) sugieren que las **P-glicoproteínas** de los parásitos cuya misión es la eliminación de sustancias extrañas del organismo, (por ej. los antiparasitarios) tienen baja afinidad por la moxidectina, lo que podría explicar la mayor duración de su efecto.

Su naturaleza lipófila le confiere una notable distribución en los tejidos y elevada vida media (Pérez *et al.*, 1999). Deprez y Vercruyssen (2003) sugirieron que el efecto de la moxidectina se debe a que alcanza un máximo pico de concentración plasmática superior al de la ivermectina, y que presenta mayor tiempo de persistencia en plasma por lo que resulta eficaz frente a larvas de ciatostómidos inhibidas o enquistadas.

La principal vía de excreción de la ivermectina y de la moxidectina, es la biliar, desde donde pasan al intestino y se eliminan en su forma activa a través de las heces del (Pérez *et al.*, 2001).

3) **Sales de pirantel**, entre las que se encuentran el pamoato y el tartrato de pirantel. Presentan acción como agonista colinérgico produciendo una paralización espástica prolongada de la musculatura del parásito mediante un bloqueo despolarizante de la placa neuromuscular, lo que lleva a su expulsión en estado intacto del hospedador. El pamoato de pirantel es relativamente insoluble y apenas se absorbe en el intestino (10%), de modo que el efecto antiparasitario se ejerce en el lumen intestinal. La pequeña cantidad de pirantel que pasa a la circulación es rápidamente metabolizada y excretada por la orina, careciendo los

metabolitos del pirantel de potencial tóxico (Marchiondo *et al.*, 2006). Por el contrario el tartato de pirantel es soluble en agua, y se absorbe rápidamente por el intestino en los monogástricos (Gokbulut *et al.*, 2001).

4) **Praziquantel**, causa la parálisis y destrucción de los parásitos en el interior de los hospedadores, por lo que puede provocar la aparición de cólicos o de shock anafiláctico si existe una sobreexposición a antígenos liberados.

Está muy extendida la formulación de productos que combinan la acción de lactonas macrocíclicas y sales de pirantel, con objeto de cubrir un espectro parasitario más amplio. En la siguiente tabla se resumen los productos antihelmínticos más empleados en los países de la Unión Europea.

Principio activo	Actividad antiparasitaria	Principio activo	Actividad antiparasitaria
Fenbendazol	Grandes y pequeños estrongílicos Ascáridos Oxiúridos Pulmonares	Ivermectina	Grandes y pequeños estrongílicos Ascáridos Oxiúridos Filarias Gasterófilos Pulmonares Cestodos (en asociación con praziquantel)
Febantel	Grandes y pequeños estrongílicos Ascáridos Oxiúridos Pulmonares	Moxidectina	Grandes y pequeños estrongílicos Ascáridos Oxiúridos Filarias Gasterófilos Pulmonares Cestodos (en asociación con praziquantel)
Mebendazol	Grandes y pequeños estrongílicos Ascáridos Oxiúridos	Niclosamida	Cestodos

Principio activo	Actividad antiparasitaria	Principio activo	Actividad antiparasitaria
Oxibendazol	Grandes y pequeños estrongílicos Ascáridos Oxiúridos	Praziquantel	Cestodos
Tiabendazol	Grandes y pequeños estrongílicos Ascáridos Oxiúridos	Piperazina	Ascáridos
Pamoato de pirantel	Grandes y pequeños estrongílicos Ascáridos Oxiúridos Cestodos		

b) Momento y época adecuados de tratamiento. *Refugia*

Las estrategias de control parasitario más eficaces son aquellas que limitan el uso de antihelmínticos a las estaciones de mayor riesgo de infección para los caballos (Klej, 1997). De esta forma se evita tratar a los caballos cuando la población parasita disminuye, es decir, en los meses de invierno en regiones de climas fríos o verano en zonas tropicales o subtropicales. Las épocas adecuadas serían final de primavera, verano y principios de otoño, en regiones del norte; y otoño, invierno y primavera en países que soportan elevadas temperaturas casi todo el año (Nielsen *et al.*, 2007).

Resulta primordial evitar que los prados tengan una elevada contaminación larvaria. Para ello, se deben realizar análisis coprológicos periódicos, y tratar sólo a los animales que tengan las mayores eliminaciones. Nielsen *et al.* (2006b; 2007) recomiendan aplicar tratamientos larvicidas (febendazol y moxidectina) al final de la estación de pastoreo, cuando las fases de vida libre son más abundantes. En regiones frías esto ocurre a principios del otoño, mientras que en regiones de climas cálidos sería hacia finales del invierno.

Borgsteede *et al.* (1993) indicaron que se debe considerar el tratamiento de los equinos cuando se produzca un incremento de la eliminación de huevos superior al 10% con

respecto al tratamiento anterior. Aylor y Kenny (1995) señalaron que se debe administrar un antiparasitario cuando el 50% de los caballos tenga una eliminación media superior a 200 hpg, mientras que Boersema *et al.* (1998) redujeron este valor a 100 hpg. En opinión de Molento *et al.* (2008) es preciso tratar a todos los caballos que eliminan más de 200 hpg, y si los recuentos se encuentran entre 100 y 300 hpg según Elsener y Villeneuve (2009).

El término ***refugia*** hace referencia a aquellos estadios de estrongídeos en desarrollo que no han tenido contacto con antihelmínticos (Coles, 2002). Las larvas en los pastos constituyen la mayoría de esta población, pero también parásitos de animales nunca tratados y ciertos estadios larvarios, que se encuentran dentro del hospedador, a los que no les afectan los antihelmínticos utilizados, como pueden ser las larvas inhibidas y enquistadas de ciatostómidos.

Debería tenerse más en cuenta la epidemiología de los parásitos que el simple tratamiento estacional sin conocer ni valorar la carga parasitaria, tanto dentro como fuera del hospedador (Nielsen *et al.*, 2007). Algunas investigaciones sostienen que mantener un porcentaje adecuado de la población parásita, disminuiría la aparición de resistencias (Dobson *et al.*, 2001). Por esta razón, se ha sugerido la importancia de no tratar a los caballos cuando la población en *refugia* ha disminuido (invierno en climas fríos, veranos en climas cálidos).

c) Eficacia de fármacos antiparasitarios

El método más utilizado para estimar la eficacia de un tratamiento antiparasitario consiste en el test de reducción del número de huevos en heces (FECRT, *faecal egg count reduction test*) (Vàrady *et al.*, 2000), para lo cual se compara la eliminación fecal de huevos antes y a los 10-14 días post-tratamiento, y se calcula el porcentaje de reducción (Kaplan, 2004). En algunas investigaciones se ha aplicado la prueba de eclosión de huevos (EHA, *egg*

hatch assay) (Cirak *et al.*, 2004; Rojo y Meana, 2009) e incluso la del desarrollo de larvas de nematodos (LDA, *larval development assay*) (Lind *et al.*, 2005).

Según la Comisión de especialistas de la WAAVP (*World Association for the Advancement of the Veterinary Parasitology*) un parasiticida es eficaz cuando la reducción de la eliminación es $\geq 95\%$. En los últimos años se ha intentado completar el estudio de la eficacia de los antiparasitarios mediante la introducción de otros parámetros como el porcentaje de animales que dejan de eliminar formas parasitarias tras la administración del producto, y el tiempo de reaparición de los huevos en las heces de los caballos después del tratamiento (ERP, *egg reappearance period*) (Trawford *et al.*, 2005; Lyons *et al.*, 2007; Reinemeyer, 2009). Little *et al.*, (2003), von Samson-Himmelstjerna *et al.* (2007) y Lyons *et al.* (2008b) han señalado la reducción de la duración del efecto de la ivermectina.

Bencimidazoles

Se han empleado con demasiada frecuencia durante muchos años, lo que unido a que el mecanismo de acción es el mismo para todos los componentes de esta familia, ha desencadenado resistencias en muchos países (Meana, 2009). Pese a todo, en algunos estudios se ha comprobado una eficacia del 100% (Davies y Schwalbach, 2000). Investigaciones recientes han demostrado que la administración de febendazol durante 5 días consecutivos elimina las fases larvares de los ciatostómidos (Steinbach *et al.*, 2006; Lyons *et al.*, 2008a).

Lactonas macrocíclicas

La ivermectina se introdujo por primera vez para el control de parásitos en équidos en 1981 (Campbell, 1989), y resulta muy eficaz frente a las larvas de *Gasterophilus* spp, adultos y larvas de grandes strongílidos, y frente a adultos y larvas lumbales de ciatostómidos, pero no tanto frente a larvas enquistadas o inhibidas (Lyons *et al.*, 1994). Vercruyse *et al.* (1998) compararon el efecto de ivermectina y moxidectina sobre la reducción de huevos de

estrongídeos de caballos y observaron que ambas eran muy eficaces, sin embargo, en los caballos tratados con ivermectina no se eliminaron las larvas inhibidas o enquistadas.

Klei *et al.* (2001) valoraron la eficacia de la ivermectina oral en 20 ponies y obtuvieron una eficacia superior al 99% frente a adultos de pequeños estromgídeos, larvas y adultos de grandes estromgídeos, ascáridos y oxiúridos, así como frente a larvas de *Gasterophilus*.

Se ha demostrado que el tratamiento con moxidectina prolonga el tiempo de reaparición de huevos en heces una media de 17 semanas (Chandler and Love 2002). En caballos de Sudáfrica, Matthee (2003) comprobó que frente a estromgídeos la eficacia de la moxidectina oral era del 100%, 96% de la ivermectina y 99% del pamoato de pirantel, mientras que con moxidectina y doramectina por vía parenteral no obtuvo efecto alguno. Al repetir la misma experiencia al año siguiente los resultados fueron los mismos excepto con el pamoato de pirantel, cuya eficacia disminuyó al 90%.

Davies y Schwalbach (2000) compararon la eficacia de la doramectina (0'2 mg/Kg PV no autorizada para caballos), con otros fármacos, y observaron que a los 14 días post-tratamiento la eficacia (FERCT) era del 100% con ivermectina, moxidectina y doramectina; 94-96% con pirantel y 80-100% con febendazol.

La reducida eficacia de la ivermectina frente a las larvas enquistadas en la mucosa ha favorecido el desarrollo de otras lactonas (Deprez y Vercruyse, 2003), como la moxidectina, que sí actúan frente a los estadios hipobióticos y permiten de este modo reducir el riesgo de ciatostomosis larvaria (Klei y Chapman, 1999; Reinemeyer *et al.*, 2003).

En Gran Bretaña, Bairden *et al.* (2001) desarrollaron un estudio con ponies tratados con moxidectina por vía oral, y comprobaron que la eliminación de huevos de estromgídeos

disminuía entre el 96% y 100%. También observaron la completa eficacia de esta lactona frente a las fases adultas y larvianas de ciatostómidos presentes en la luz intestinal y frente a las fases adultas de *Strongylus* y *Triodontophorus*. En un trabajo posterior en idénticas condiciones Bairden *et al.*, (2006) indicaron que la eficacia de la moxidectina oral era del 100% frente a *Probstmaria vivipara* y L4 de *Oxyuris equi*, del 99'8% frente a fases luminales y adultos de ciatostómidos, y del 92'2% frente a las L3 inhibidas.

Cleale *et al.* (2006) en EEUU (Idaho, Illinois y Tennessee) emplearon moxidectina oral para la desparasitación de caballos, y demostraron mediante necropsia una eficacia superior al 90% frente a ciatostómidos (adultos y larvas), grandes estromgílicos, ascáridos, oxiúridos y larvas de *Gasterophilus*, confirmando los resultados de Coles y Pearson (2000) y Reinemeyer *et al.* (2000).

Para la eliminación completa de las larvas inhibidas de ciatostómidos, se ha indicado que sólo existen dos fármacos eficaces, la moxidectina y el febendazol, que han de aplicarse durante 5 días consecutivos (Lyons y Tolliver, 2003). Aunque ambos productos proporcionan idéntica eficacia, la presentación de un mayor número de lesiones en la mucosa intestinal en los caballos tratados con febendazol aconseja la utilización de la lactona cuando exista sospecha fundada de infecciones masivas o de presencia de numerosas larvas enquistadas en la mucosa (Steinbach *et al.*, 2006).

Sales de pirantel

En un estudio llevado a cabo por Mirck (1985) se comprobó que el pirantel tenía una eficacia superior al 95% frente a adultos de pequeños estromgílicos, ascáridos y *Strongylus vulgaris*, y moderada (65-70%) frente a *Strongylus edentatus* y *Oxyuris equi*.

Valdez *et al.* (1995) demostraron que la administración ininterrumpida de tartrato de pirantel durante 30 días eliminaba los adultos de *Strongylus vulgaris*, *S. edentatus* y

Triodontophorus, así como los ciatostómidos de los géneros *Cyathostomum*, *Cylicocyclus* y *Cylycostephanus*, y adultos y larvas 4 de *Parascaris equorum*.

En caballos que eliminaban huevos de cestodos, Slocombe (2004) y Marchiondo *et al.* (2006) señalaron que el tratamiento con pamoato de pirantel resultaba eficaz en un 96'6% de los casos, comprobando que la mayoría de los cestodos fueron expulsados entre las 24 y 48 horas después de aplicado el fármaco.

Slocombe y Gannes (2006) en Canadá comprobaron que en 11 de 15 potros tratados por primera vez, durante 66 días, con tartato de pirantel, no cesaba la eliminación de huevos de ciatostómidos. La administración posterior de moxidectina consiguió la supresión de la infección.

En potros de Dinamarca parasitados por *Parascaris equorum*, Schougaard y Nielsen (2007) obtuvieron mediante coprología una reducción del 97% al tratarlos con pamoato de pirantel, la reducción fue del 70% con tratamiento a base de ivermectina. Comprobaron además que a los 9 días después del tratamiento con este último fármaco los potros seguían eliminando huevos de *Parascaris equorum*. En este mismo estudio obtuvieron un porcentaje de eficacia del 99% contra los estrogílicos empleando ambos tratamientos.

Praziquantel

En diversos estudios con praziquantel se han obtenido valores de eficacia superiores al 95% (Grubbs *et al.*, 2003; Marley *et al.*, 2004; Rehbein *et al.*, 2004), por lo que el control de cestodos en équidos parece poder asegurarse.

Combinaciones de antiparasitarios

Se han probado diferentes combinaciones de fármacos de actividad antiparasitaria, en la mayoría de los casos con objeto de potenciar su acción y ampliar su espectro. Entre las más

eficaces hay que destacar la asociación de lactonas macrocíclicas (nematocidas) y praziquantel (cestocida).

Mercier *et al.* (2001) trataron 2 grupos de caballos de Brasil y Australia con ivermectina + praziquantel, y moxidectina. El periodo de reaparición de huevos en heces resultó de 60 días para la asociación IVM+PZQ, y de 64 días para la moxidectina.

En caballos de EEUU, Crubbs *et al.* (2003) valoraron el efecto de la moxidectina y el praziquantel oral, y consiguieron unos porcentajes de reducción de huevos en heces superiores al 99% para tenias, y al 98% para nematodos estrogílicos.

Holm-Martin *et al.* (2005) combinaron la moxidectina y el praziquantel, y demostraron que en los caballos se mantenían eliminaciones de huevos de estrogílicos inferiores a 99 hpg hasta las 12 semanas postratamiento; la asociación de abamectina y praziquantel proporcionó valores de eliminación de 824 hpg. Frente a los cestodos, la eficacia fue del 100%, y la mayoría de los parásitos se eliminaron a los 2 días postratamiento.

Edward y Hoffmann (2008) comprobaron que la ivermectina con el praziquantel tenía una elevada eficacia, al igual que la moxidectina con praziquantel. Por el contrario, la administrar de forma conjunta oxibendazol y abamectina la eficacia fue baja.

En Canadá, Elsener y Villeneuve (2009) indicaron que el tratamiento de potros con moxidectina con praziquantel y de ivermectina con praziquantel suprimía la eliminación de huevos de estrogílicos a las 3 semanas postratamiento.

d) Principales formulaciones comerciales empleadas en la actualidad en el noroeste peninsular

Ante la gran cantidad de formulaciones de antiparasitarios disponibles comercialmente en España (más de 20 según Meana, 2009), se ha considerado oportuno recoger aquí sólo las que se emplean con mayor frecuencia en los caballos del noroeste.

PANACUR® SUSPENSIÓN AL 10%

Composición: cada ml contiene Fenbendazol 100 mg.

Indicaciones: tratamiento de grandes y pequeños estrongílicos; ascáridos; oxiúridos y nematodos pulmonares.

Posología: 30 ml/400 kg p.v. (7'5 mg/kg).

Frente a larvas tempranas y tardías de *Cyathostomum* spp enquistadas en la mucosa intestinal, administrar 30 ml/300 kg p.v. (10 mg/kg) durante 5 días consecutivos.

STRONGID®, Pasta oral para équidos

Composición: 439 mg de embonato de pirantel por cada gramo.

Indicaciones: lucha frente a ascáridos, grandes y pequeños estrongílicos, oxiúridos y cestodos.

Posología:

- Control y tratamiento de *Strongylus* spp, *Oxyuris* spp y *Parascaris* spp, administrar 6'6 mg de pirantel base (equivalente a 19 mg de pamoato de pirantel) por Kg p.v. en dosis única.
- Tratamiento de cestodos (*Anoplocephala perfoliata*): duplicar la dosis anterior.

EQUEST® gel oral

Composición: cada gramo contiene 18'92 mg de moxidectina.

Indicaciones: tratamiento de pequeños y grandes estrongílicos, gasterófilos, ascáridos. Eficaz frente a ciatostomas enquistados con una sola toma.

Posología: 0'4 mg de moxidectina/kg p.v.

EQVALAN® pasta oral

Composición: pasta oral (1'87%) ivermectina 0'12 g.

Indicaciones: tratamiento de infecciones por grandes estrogílicos (estados arteriales y tisulares); pequeños estrogílicos; larvas cutáneas; gasterófilos, ácaros de la sarna y piojos.

Posología: 200 µg de ivermectina por kg p.v.

EQUEST® PRAMOX Gel antiparasitario

Composición: cada 100 g contienen moxidectina p/p 1.95g, p/v g 2.0 g, praziquantel p/p 12.17 g, p/v 12.5 g.

Indicaciones: eficaz contra las formas inmaduras y adultas de los principales parásitos gastrointestinales y parásitos externos de los equinos. Antiparasitario para el tratamiento y control de los parásitos internos y externos de los equinos a partir de los 4 meses de edad.

Posología: el producto se presenta en jeringas listas para usar, calibradas según el peso del animal, y provee moxidectina a la dosis recomendada de 0'4 mg de moxidectina/kg p.v. y 2'5 de praziquantel/kg p.v.

EQVALAN® DUO, pasta oral

Composición: cada jeringa contiene 7'74 g de pasta que proporcionan 0'120 g ivermectina (15'5 mg/g) y 0,600 g praziquantel (77'5 mg/g).

Indicaciones: tratamiento de cestodos adultos; pequeños estrogílicos (adultos y L4); ascáridos (adultos, L3 y L4); *Gasterophilus*; oxiúridos (adultos e inmnauros); nematodos pulmonares.

Posología: 200 µg de ivermectina + 1 mg de praziquantel por kg p.v.

e) Resistencia a antiparasitarios

En las últimas décadas se han desarrollado numerosos estudios acerca de la eficacia de los diferentes productos antiparasitarios, demostrándose que al principio resultaban útiles, pero con el tiempo su eficacia disminuía y se obtenían porcentajes de reducción por debajo de lo esperado, fenómeno que se conoce como *resistencia frente a antiparasitarios*.

Aunque no hay duda sobre la veracidad de estos resultados, su comprensión supone un esfuerzo considerable, puesto que todavía no existen criterios válidos y unánimemente aceptados en los que basarse. Según la WAAVP, en ganado ovino y caprino hay *resistencia* si la eficacia es <95%, y el límite inferior del intervalo de confianza <90% (Coles *et al.*, 1992), en tanto que se refiere a *sospecha* si sólo se cumple uno de los casos. Sin embargo, para los caballos sólo se hace mención a resistencia frente a bencimidazoles si la eficacia es <90% (Kaplan, 2004), valores que no se emplean o aceptan por todos los investigadores; incluso se ha llegado a clasificar el resultado del tratamiento en *eficaz* si el resultado del FECRT supera el 90%, *dudoso* si se encuentra entre el 80 y el 90%, e *ineficaz (resistencia)* si desciende del 80%.

Se han publicado numerosos estudios sobre la resistencia a antiparasitarios en caballos, que se resumen a continuación:

BENCIMIDAZOLES

Campos Pereira *et al.* (1991); Brasil
 Ihler (1995); Noruega
 Craven (1998); Dinamarca
 Lyons *et al.* (2001); EEUU
 Rouber (2000); Alemania
 Vårady *et al.* (2000); Eslovaquia
 Papadopoulos *et al.* (2000); Grecia
 Traversa *et al.* (2007); Italia
 Kuzmina y Kharchenko (2008); Ucrania
 Milillo *et al.* (2009); Italia

LACTONAS MACROCÍCLICAS (ivermectina)

Boersema *et al.* (2002); Holanda*
 Hearn y Peregrine (2003); EEUU*
 Kaplan *et al.* (2004); EEUU
 Trawford *et al.* (2005); Reino Unido*
 Slocombe *et al.* (2007, 2008); Canadá*
 Schougaard y Nielsen (2007); Dinamarca
 Lyons *et al.* (2008b); EEUU
 Edward y Hoffman (2008); Australia
 Molento *et al.* (2008); Brasil
 Veronesi *et al.* (2009); Italia

(* Resistencia a moxidectina)

SALES DE PIRANTEL

Lyons *et al.* (2001); EEUU

Tarigo-Martinie (2001); EEUU

Traversa *et al.* (2007); Italia

Lia *et al.* (2008); Italia

Milillo *et al.* (2009); Italia

En España no existen hasta el momento investigaciones sobre resistencias a antihelmínticos en parásitos de caballos, a excepción del estudio realizado por García-Pérez *et al.* (1994), quienes presentaron la primera cita de resistencia al mebendazol.

Posibilidades de control de las fases de vida libre en el medio

La presencia de huevos y fases larvarias en el medio impone la necesidad de actuar sobre ellos para reducir de este modo el riesgo de infección de los caballos durante el pastoreo, y con ello el uso de antihelmínticos.

a) Actividades agrícolas

Algunos procedimientos como segar la hierba con frecuencia, rotar los pastos con rumiantes, o bien retirar las heces de forma mecánica, pueden resultar eficaces (Lloyd, 2009), aunque la eficacia de esta última no está muy clara (von Samson-Himmelstjerna *et al.*, 2009). Coles (2002) recomendó retirar las heces del pasto 2 veces a la semana con temperatura templada y una vez a la semana en épocas de frío.

Otra posibilidad consiste en cultivar y resembrar los terrenos (Baudena *et al.*, 2000), o dejar que la hierba crezca hasta que se pueda ensilar (Soulsby, 2007). Finalmente, Abbott *et al.* (2004) indicaron que si se establece una población de escarabajos peloteros u otra fauna natural que elimine el estiércol, se podría disminuir la población de larvas en los pastos.

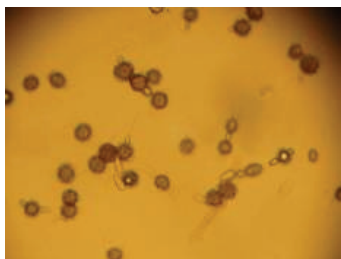
b) Control biológico

Aunque el empleo de antihelmínticos constituye la manera más adecuada para tratar las nematodosis parasitarias, cada vez se presta más atención a la búsqueda de procedimientos para el control biológico, fundamentalmente de las fases de vida libre de los nematodos (Lendal *et al.*, 1998).

Existen bacterias y ácaros con actividad nematocida. Sin embargo las mayores expectativas están en la utilización de hongos nematofagos. Se conocen más de 250 géneros y especies de hongos nematófagos (*Monacrosporium*, *Arthrobotrys*, *Duddingtonia*, *Oligospora*), y entre sus características destaca la capacidad de desarrollar vida **saprofita** o **parásita**, en función de la disponibilidad de alimento, es decir son hongos con vida saprofita que ante la presencia de nematodos pasan a desarrollar vida parásita. El estímulo para llevar a cabo este cambio es la *nemina*, proteína presente en la cutícula de los nematodos, que induce la especialización de los micelios y el posterior desarrollo de trampas para adaptarse a la nueva vida.

Las primeras investigaciones se realizaron con ganado ovino, y demostraron que la administración de esporas de los hongos *atrapa-nematodos* como *Arthrobotrys*, *Oligospora* o *Duddingtonia* (Larsen, 2000; Gómez-Rincón *et al.*, 2005) resultaba muy eficaz para reducir la presencia de larvas infectivas de nematodos gastrointestinales en el pasto.

Los hongos desarrollan diferentes mecanismos para alimentarse de las larvas de nematodos, como la formación de anillos o lazos-trampa, que pueden estar constituidos por una o más células. Si presentan una célula, se forma un anillo que atrapa al nematodo, a continuación el hongo libera enzimas que facilitan la penetración de las hifas (asimilativas) en el interior de las larvas. Si tienen varias células, forman redes constrictora sobre el nematodo. Otro procedimiento consiste en la génesis de *dedos adhesivos* a los que quedan pegadas (irreversible en la mayoría de los casos) las larvas de los nematodos.



Actualmente la especie que está dando mejores resultados es *Duddingtonia flagrans* debido a que forma clamidosporas (izda.), que resisten el paso por el tracto digestivo de los animales, a la facilidad de propagación en el laboratorio y a que resulta inocua para otros organismos tanto plantas como animales (dcha.).

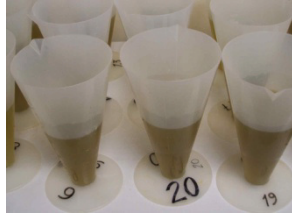
Al administrar clamidosporas a animales parasitados por nematodos, con las heces eliminan simultáneamente huevos del parásito y clamidosporas. En el medio, el desarrollo de huevo a L1, L2, L3 es sincrónico con la formación de redes y trampas en las que quedan retenidas las larvas. Se trata, por tanto, de un mecanismo que presenta autorregulación, la formación de anillos-trampa aumenta en presencia de las larvas, en tanto que mientras no se produce esta circunstancia, los hongos permanecen en estado de semi-latencia.



Larsen *et al.* (1996) y Fernández *et al.* (1997) analizaron la capacidad del hongo *D. flagrans* para prevenir la infección por estrónguiles en potros de Dinamarca en pastoreo, y demostraron que los equinos que habían recibido clamidosporas eliminaban menos huevos de de ciatostómidos y de grandes estrogílicos (*Strongylus vulgaris* y *S. edentatus*). Posteriormente, Fernández *et al.* (1999) observaron una reducción del 90% en la población de larvas de estrogílicos en hierba recogida de prados en los que se habían colocado coprocultivos con clamidosporas del hongo.

En el sur de Louisiana (EEUU), Baudena *et al.* (2000) señalaron que la eficacia del hongo en la reducción de larvas L3 de estrogílicos en el medio, oscilaba entre el 66 y el 99% durante los meses de enero, abril, mayo y octubre.

Braga *et al.* (2009) en Brasil, administraron pellets de alginato sódico que contenían clamidosporas de *D. flagrans* y demostraron que la presencia de larvas 3 de estrongíidos en el pasto descendía en un 78'5%, coincidiendo con el incremento del peso de los caballos que se alimentaban en el mismo.



CAPÍTULO I: Diagnóstico de las principales infecciones parasitarias del ganado equino del noroeste de España

1.1.- INTRODUCCIÓN

Los caballos pueden estar afectados por distintos agentes parasitarios, los procesos clínicos que provocan son muy diferentes en cuanto a mortalidad, morbilidad, época de presentación y susceptibilidad por edad. No se tiene conocimiento de las infecciones parasitarias que afectan a los caballos en el NO de España y tampoco existen estudios previos acerca de la posible relación que puede guardar su presencia con factores intrínsecos e extrínsecos del animal.



El censo de algunas razas autóctonas, como el caballo de Pura Raza Galega (PRG) (izquierda) y el Pura Raza Asturcón (PRA) (abajo) ha experimentado un incremento notable en los últimos años, merced al interés de algunos ganaderos, así como de diferentes administraciones públicas entre las que destaca la Consellería do Medio Rural (Xunta de Galicia), que ha estimulado el asociacionismo entre los ganaderos de este sector, que se ha plasmado en la creación de las agrupaciones *Pura Raza Galega* (PURAGA), y *Cabalo de Pura Raza Galega*, y Asociación para la Cría del Asturcón.



La percepción de ayudas destinadas a la explotación y cría de animales autóctonos requiere la aplicación de un plan de desparasitación anual.

Para el control de las infecciones parasitarias resulta imprescindible conocer los agentes frente a los que hay que luchar. Teniendo en cuenta estos antecedentes, nos hemos planteado los siguientes **objetivos concretos**:

- 1.- Identificar las principales formas parasitarias que afectan al ganado equino gallego.

- 2.- Determinar la prevalencia de las infecciones parasitarias del ganado equino de la Comunidad Autónoma Gallega.

1.2.- MATERIAL Y MÉTODOS

Durante los meses de febrero y noviembre de 2007, se desarrolló un estudio transversal o de prevalencia de las infecciones parasitarias que afectan a los caballos del noroeste de España. Se trata de una investigación en la que en un momento temporal concreto se miden la prevalencia de la exposición y del efecto en una muestra poblacional, es decir, permite estimar la magnitud y distribución de una enfermedad o condición en un momento dado (Thrusfield, 2005).

1.2.1. Diseño experimental

Se recogieron muestras de heces y de sangre de 672 animales de las provincias de Lugo y Ourense, que se analizaron teniendo en cuenta algunos factores intrínsecos (*raza, edad, sexo*), y extrínsecos (*aptitud y tipo de alojamiento de los caballos*). En las siguientes tablas se refleja la distribución de las muestras en función de los factores señalados.

Tabla 1.- Distribución de las muestras según la <u>raza</u> .	
Raza	N
Caballo de Deporte Español (CDE)	76
Cruces	174
Pura Raza Galego (PRG) y cruces	247
Pura Raza Español (PRE)	56
Pura Raza Árabe (PRA)	31
Pura Sangre Inglés (PSI)	88
<i>Total</i>	<i>672</i>

Tabla 2.- Distribución de las muestras según la <u>edad</u> .	
Grupo	N
G-1 (<3 años)	105
G-2 (3-10)	422
G-3 (>10)	145
<i>Total</i>	<i>672</i>

Tabla 3.- Distribución de las muestras según el sexo.	
Grupo	N
Hembras	506
Machos	166
<i>Total</i>	<i>672</i>

Tabla 4.- Distribución de las muestras según el alojamiento.	
Grupo	N
Box	81
Pasto	161
Box + Pasto	203
Monte	227
<i>Total</i>	<i>672</i>

1.2.2. Técnicas coprológicas

Para la identificación y cuantificación de las formas parasitarias, se recogieron muestras fecales del recto de cada animal, evitando así la contaminación con nematodos de vida libre y otras formas no parasitarias del suelo. Las muestras se procesaron antes de las 48 horas de su recogida y hasta ese momento se conservaron en la nevera a 4°C. Se empleó la técnica de sedimentación para el diagnóstico de trematodos, flotación para la detección de protozoos, nematodos y cestodos, y migración larvaria para la de nematodos bronco-pulmonares (Cordero y Rojo, 1999).

a) Sedimentación

Para observar la presencia de huevos de trematodos se empleó la técnica cuantitativa de McMaster (MAFF, 1986); se pesaron 4'5 g de heces y tras homogeneizarlas en agua con ayuda de perlas de vidrio, se filtró la emulsión a través de una malla de 150 µm de diámetro.



El líquido filtrado, junto con el obtenido tras el lavado a presión de la malla, se depositó en copas cónicas de 1 litro de capacidad para su decantación. Al cabo de 20-30 minutos, se retiró el sobrenadante y el sedimento se resuspendió con agua reduciendo paulatinamente

el volumen en cada lavado. Finalmente, se eliminó el sobrenadante y se homogeneizó el sedimento (20 ml), con el cual se rellenaron dos celdillas de una cámara de McMaster. A continuación se procede al recuento de huevos del parásito, que tras los oportunos cálculos nos permite conocer el número de huevos por gramo de heces, con una sensibilidad de 15 hpg.

$$\text{Nº hpg} = \frac{(\text{nº huevos observados}) \times 20 \text{ ml}}{0'30 \text{ ml}} / 4'5 \text{ g}$$

b) Flotación

Cada muestra de heces se analizó por duplicado, siguiendo el procedimiento descrito en el Manual de Técnicas del Laboratorio Central de Weybridge MAFF (1986) con algunas modificaciones. De cada muestra se pesaron 5 gramos de heces y se introdujeron en un frasco de plástico de 50 ml de capacidad, al que se añadieron 40 ml de agua corriente y perlas de vidrio. Se agitó el contenido para que la mezcla fuese homogénea y se filtró a través de una malla de 150 µm de diámetro de poro.

Con el filtrado del líquido se llenaron dos tubos de 15 ml y se centrifugaron a 1500 rpm durante 10 minutos. El sobrenadante se eliminó con ayuda de una bomba de vacío y el sedimento se homogeneizó en una solución de cloruro sódico saturado ($\rho = 1'19$) hasta completar el volumen del tubo. Finalmente se llenaron las dos celdillas de la cámara Mc Master y el número de huevos por gramo de heces (hpg) se calculó mediante la siguiente fórmula (sensibilidad 30 hpg).



$$\text{Nº hpg} = \frac{(\text{nº huevos observados}) \times 45 \text{ ml}}{0'30 \text{ ml}} / 5 \text{ g}$$

c) Técnica de migración larvaria (método Baermann)

El método Baermann (Kuzmina *et al.*, 2006; Lind *et al.*, 2007) permite obtener las larvas presentes en las heces, y para ello se emplea un embudo de vidrio que está cerrado en su parte posterior con un tubo de goma y una pinza. Tras la disgregación de las heces se depositan 10 gramos de cada muestra de heces envueltas en una gasa doble. En estos dispositivos las heces se cubren con agua templada.



A las 24 horas se recoge el líquido del final del embudo (10 ml) que se centrifuga a 1500-3000 r.p.m. durante 10 minutos con objeto de que las larvas sedimenten en el fondo. Con el líquido del sedimento (2 ml) se llena una cámara Favati y se procede a la cuantificación del número de larvas por gramo de heces a 10X. Para poder identificar con exactitud los distintos géneros, con una pipeta Pasteur se recogieron algunas larvas y se depositaron sobre un portaobjetos, examinándolas al microscopio a mayores aumentos (40X).

d) Coprocultivos

Se mezclaron heces de cada grupo de animales, se humedecieron y se colocaron en bandejas de plástico (400 x 200 x 75 mm), procurando que el espesor máximo de la capa de heces fuese inferior a 30 mm. Las bandejas se cubrieron con bolsas de polietileno en las que se habían realizado unos orificios en la parte superior para evitar la anaerobiosis. Las bandejas se colocaron en estufa a 24°C durante 15 días, y las heces se removieron periódicamente para evitar el crecimiento de hongos y favorecer la aireación; asimismo, en caso de que fuese necesario, se humedecieron convenientemente.



Transcurrido este tiempo, y con el fin de separar las larvas de la materia fecal, se realizó una migración mediante el método Baermann modificado (Kuzmina *et al.*, 2006). Las

heces se dispusieron en embudos a los que previamente se les había colocado en su base un papel de filtro; se añadió agua templada y pasadas 24 horas se recogió en tubos de vidrio la primera porción del líquido presente en los embudos. A continuación se añadió una gota de yoduro de lugol con objeto de evitar el movimiento de las larvas, y se procedió a su recuento e identificación (Aparicio, 1966). Con ayuda de una escala graduada en el ocular de un microscopio Olympus C-2, se realizaron las medidas consideradas más importantes para identificar las larvas.

1.2.3. Técnicas inmunoenzimáticas

No existe la posibilidad de diagnóstico coprológico para detectar la presencia de *Gasterophilus* spp aunque algunas veces las L3 se pueden observar en las heces después de la administración de un antiparasitario. En animales vivos la endoscopia digestiva puede permitir ver las larvas fijadas a nivel gástrico, pero esta técnica necesita personal especializado. El diagnóstico rutinario se basa en la inspección del aparato digestivo de los caballos tras su sacrificio. Por este motivo, se consideró adecuado desarrollar una encuesta serológica para determinar la presencia de anticuerpos IgG frente al parásito.

a) Obtención de antígenos de excreción/secreción

Para conseguir antígenos de excreción/secreción de larvas 2 de *Gasterophilus intestinalis* y de *G. nasalis*, se abrieron estómagos de caballos sacrificados en un matadero de Sassari (Cerdeña, Italia). Las larvas 2 se lavaron en tampón fosfato PBS (Phosphate Buffered Saline, pH 7'4) y se incubaron en medio de cultivo celular RPMI a 37 °C y atmósfera de CO₂ al 5% durante 3 días, renovándose el medio cada 6-8 horas (Cortiñas *et al.*, 2010). El antígeno se pasó por un filtro de 0'22 µm, se dializó y se liofilizó para asegurar su correcta conservación.

b) Estudio inmunológico

Teniendo en cuenta los resultados de trabajos recientemente desarrollados en el laboratorio de Parasitología y Enfermedades parasitarias de la Facultad de Veterinaria de Lugo (Sánchez-Andrade *et al.*, 2010), en los que se demostró la utilidad del antígeno de L2 de *G. intestinalis* (GphiL2) para el estudio de la respuesta inmunitaria humoral frente a *G. intestinalis* y *G. nasalis*, se optó por su utilización en el presente estudio.

El protocolo consistió en tapizar placas de microtitulación con antígeno a una concentración de 2'5 $\mu\text{g ml}^{-1}$, los sueros problema se diluyeron a 1/250 en PTL (PBS + Tween + leche desnatada) y el inmunoconjugado anti-IgG de caballo marcado con peroxidasa (Nordic Immunology®) a una dilución de 1/2500 en PTL. Por último, se añadió el substrato de la enzima, compuesto por *orto*-fenilendiamina en tampón citrato y H_2O_2 . A continuación se leyeron las densidades ópticas en un espectrofotómetro con un filtro de 492 nm.

En cada placa se emplearon sueros testigos positivos y negativos. Como positivos se emplearon 12 sueros de caballos que en la necropsia presentaban larvas 2 de *G. intestinalis* y de *G. nasalis*. Los sueros negativos se obtuvieron de 8 potros de 7-30 días de edad.

Tabla 5.- Protocolo de la técnica ELISA-indirecto para la detección de las tasas de anticuerpos séricos (IgG) frente a <i>G. intestinalis</i> y <i>G. nasalis</i>.	
1.- Sensibilización de las placas.	Antígeno ES 2,5 $\mu\text{g proteína ml}^{-1}$
2.- Bloqueo puntos unión inespecífica.	PBS + Tween + leche desnatada
3.- Muestras problemas.	Sueros a 1/250
4.- Segundo anticuerpo.	Anti-IgG marcada con peroxidasa 1/2500
5.- Substrato.	OPD + citrato + H_2O_2

El punto de corte se estimó mediante la suma del valor medio de las absorbancias de los sueros negativos más 3 veces la desviación estándar (Cortiñas *et al.*, 2010), de modo que los animales se consideraron positivos frente a GphiL2ES si la densidad óptica era superior a 0'3262.

1.2.4. Análisis estadístico

Todos los datos recogidos en las distintas fases de este estudio se procesaron con ayuda de la hoja de cálculo Microsoft Excel 13. El análisis estadístico de los resultados se llevó a cabo con el programa estadístico SPSS 15 (Chicago, IL, USA) para Windows.

La eliminación de huevos no sigue una distribución normal, que se caracteriza por un valor *medio* como indicador de tendencia y la *desviación típica* como medida de dispersión. Por este motivo, lo correcto sería estimar la *mediana* y los *cuartiles* (Francisco *et al.*, 2009a). Sin embargo, con objeto de facilitar la comparación de los resultados obtenidos con los de otros estudios, en el apartado de estadística descriptiva se emplearon la media y la desviación típica, que se analizaron con análisis de varianza (ANOVA).

Los valores de prevalencia (P) se expresaron con un intervalo correspondiente a un nivel de confianza del 95% (P-I, P+I); el valor de I se determinó con la siguiente fórmula, en la que $Z\alpha = 1,96$, n= número de animales en cada grupo:

$$I = Z\alpha \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

Los resultados obtenidos se analizaron con análisis de Chi cuadrado.

a) Cálculo del tamaño de muestra

Para estimar el número de muestras necesarias en el presente estudio epidemiológico, se empleó la siguiente fórmula (Thursfield, 2005):

$$n = (Z\alpha)^2 \frac{P(1-P)}{I^2}$$

en donde $Z\alpha$ indica el nivel de confianza que asumimos (95%)

P es la probabilidad de enfermar de los animales (55%)

I es la precisión que asumimos (0'05)

Ante la escasez de datos acerca de la probabilidad de que los caballos en Galicia adquieran una infección parasitaria, consideramos los resultados de trabajos anteriores realizados en la Cátedra de Parasitología y Enfermedades parasitarias de la Facultad de Veterinaria de Lugo, en los que se demostró que aproximadamente el 60% de los équidos eliminaban huevos de parásitos (Francisco *et al.*, 2007). Con estos valores, comprobamos que el tamaño de muestra n necesario analizar era de 369.

Algo similar sucedió con *Gasterophilus*; en este caso consideramos los resultados de trabajos anteriores realizados en diferentes países europeos, en los que se obtuvieron valores de prevalencia de gasterofilosis equina alrededor del 50-80% (Bernard *et al.*, 1994; Agneessens *et al.*, 1998; Otranto *et al.*, 2005). Con estos valores, comprobamos que el tamaño de muestras n necesario para analizar era el mismo que para el caso de los helmintos (369).

1.3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.3.1. Parásitos del ganado equino gallego

Durante el desarrollo del presente estudio se comprobó que los caballos del noroeste español estaban parasitados por helmintos nematodos gastrointestinales (ascáridos, estroongílidos y oxiúridos) y cestodos, mientras que no se observaron larvas de nematodos pulmonares ni huevos de trematodos. Tampoco se detectaron ooquistes de protozoos. Estos resultados coinciden con los de Mfifilodze y Hutchinson (1990) y Buckwell *et al.* (1995) en Australia, Pereira y Vianna (2006) en Brasil y Kuzmina *et al.* (2006) en Ucrania. Lyons y Tolliver (2004) en potros de EEUU y Slocombe *et al.* (2007) en Canadá encontraron además *Strongyloides westeri*.



También se observaron ejemplares de artrópodos gasterófilos, hipobóscidos e ixódidos.



Pese a que los équidos no se consideran hospedadores idóneos del trematodo *Fasciola hepatica*, se describen bajas prevalencias (0'04%) en algunos estudios coprológicos (Epe *et al.* 2004).



En los coprocultivos se demostró la presencia de nematodos de los géneros *Cyatostomum*, *Gyalocephalus*, *Strongylus* y *Triodontophorus*, lo que concuerda con estudios desarrollados en Brasil (Mercier *et al.*, 2001), Suecia (Lind *et al.*, 2007) y Polonia (Kornaś *et al.*, 2009).

1.3.2. Prevalencia de infección

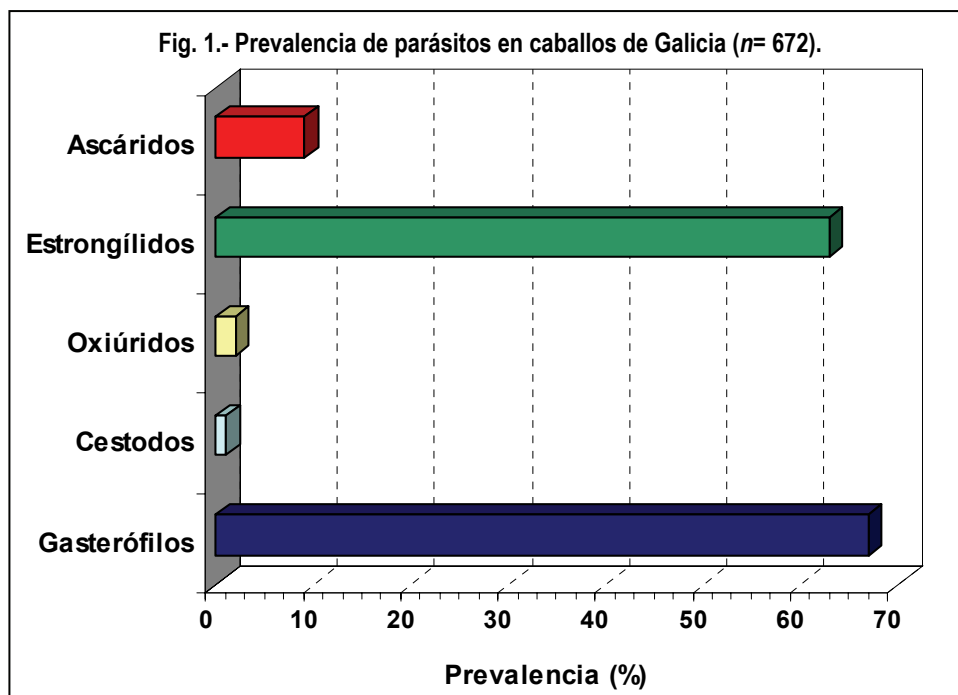
Las prevalencias de las infecciones por los distintos párasitos se analizaron en función de factores intrínsecos (*raza, edad, sexo*) y extrínsecos (*aptitud y alojamiento*). Teniendo en cuenta la estacionalidad de la infección, no se tuvieron en cuenta en este apartado los ixódidos e hipobóscidos.

La mayor parte de los caballos estaban parasitados por gasterófilos (67%; 63, 71), nematodos gastrointestinales (74%; 71, 77) y en menor proporción por cestodos (1%; 0, 4). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Buckwell *et al.* (1995) en Australia, Romaniuk *et al.* (2004) en Polonia, Epe *et al.* (2004) en Alemania y Slivinska (2006) y Kuzmina *et al.* (2006) en Ucrania.

Los datos que citan prevalencias de parasitación por cestodos son diferentes según la técnica utilizada, cuando el estudio se realiza mediante necropsia la prevalencia es más alta, ya que las técnicas coprológicas son poco sensibles para la detección de cestodos (Proudman y Edwards, 1992). Meana *et al.* (1998) señalan que la validez de los métodos coprológicos para el

diagnóstico de cestodosis equinas es limitada cuando los animales contienen menos de 100 adultos. En un estudio desarrollado mediante necropsia en caballos de la región centro de España, Meana *et al.* (2005) hallaron cestodos en aproximadamente el 20 % de los animales, sus resultados coinciden con los detectados por necropsia en Australia (Mfitlodze y Hutchinson, 1990) y Estados Unidos (Marchiondo *et al.*, 2006).

Nuestros resultados son similares a los encontrados en Alemania, por Epe *et al.* (2004), y en EEUU por Martin-Downum *et al.* (2001), estos autores señalan que sólo entre el 1'4% y el 5% de los caballos eliminan huevos de cestodos. Por el contrario, Slocombe *et al.* (2007) estudiaron mediante coprología la prevalencia de parasitación por cestodos en caballos de Canadá, Francia, Alemania y Nueva Zelanda y encontraron cifras mucho más altas (51%, 34%, 13% y 26%).



De los nematodos gastrointestinales, los más frecuentes fueron los estrongílicos (64%) y en menor proporción se encontraron ascáridos (9%), y oxiúridos (2%) (Fig. 1); estos

resultados son similares a los obtenidos por coprología en Alemania (von Samson-Himmelstjerna *et al.*, 2009), y mediante necropsia en Norte América (Cleale *et al.*, 2006) y Reino Unido (Rehbein *et al.*, 2007). En Dinamarca, Nielsen *et al.* (2006) comprobaron que los strongílidos eran los parásitos más habituales en équidos, y los ascáridos los menos frecuentes, lo que coincide con lo descrito por Lyons *et al.* (2006) en Kentucky (EEUU), y Fikru *et al.* (2005) en Etiopía.

Las cifras de parasitación por oxiúridos obtenidas en el presente estudio (2%) coinciden con las de Epe *et al.* (2004) en Alemania y Fikru *et al.* (2005) en Etiopía y resultan mucho más bajas que las citadas por Mfitylodze y Hutchinson (1990) que obtuvieron una prevalencia de oxiuros del 26% en équidos de Australia, y por Cleale *et al.* (2006) en EEUU (41%).

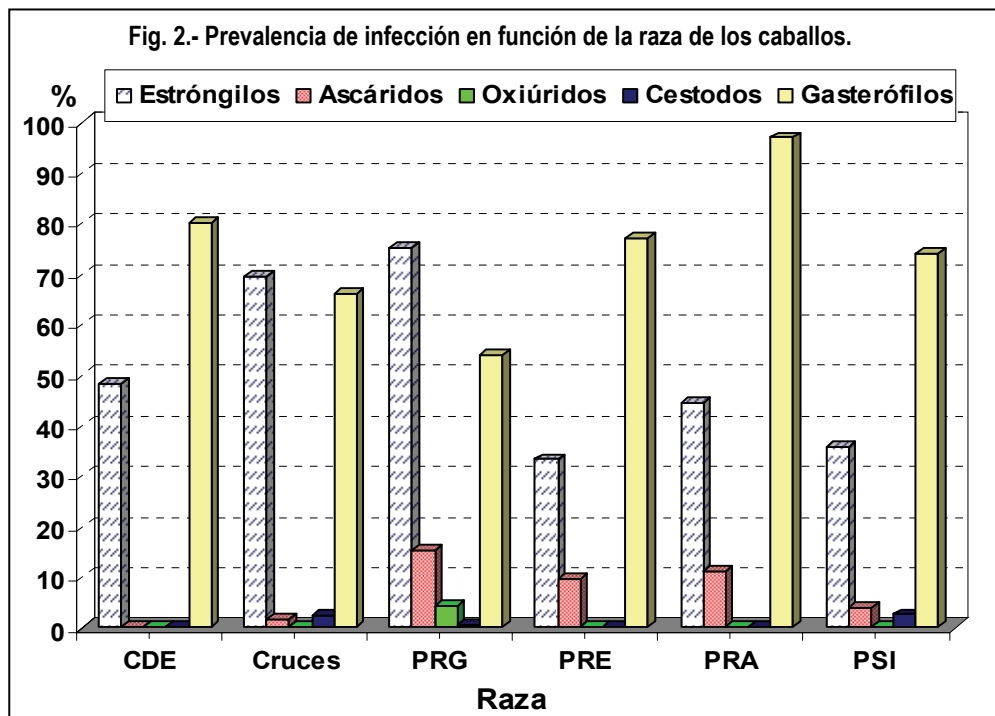
a) Efecto de los factores intrínsecos en la prevalencia de infección parasitaria

Se estudió la influencia de factores intrínsecos como raza, edad y sexo sobre la prevalencia de infección por parásitos helmintos y artrópodos.

Raza

Los animales de raza autóctona (PRG) alcanzaron las prevalencias más elevadas de eliminación de huevos de strongílidos, ascáridos y oxiúridos, mientras que los Cruces y PSI mostraron los más altos de cestodos (Fig. 2). Los porcentajes más bajos de eliminación de huevos de strongílidos correspondieron a los animales de raza PRE; sólo se encontraron huevos de oxiúridos en los ejemplares de la raza equina autóctona. Por el contrario, los caballos PRG alcanzaron los valores más bajos de seroprevalencia de gasterofilosis, y los de Pura Raza Árabe (PRA) los más elevados.

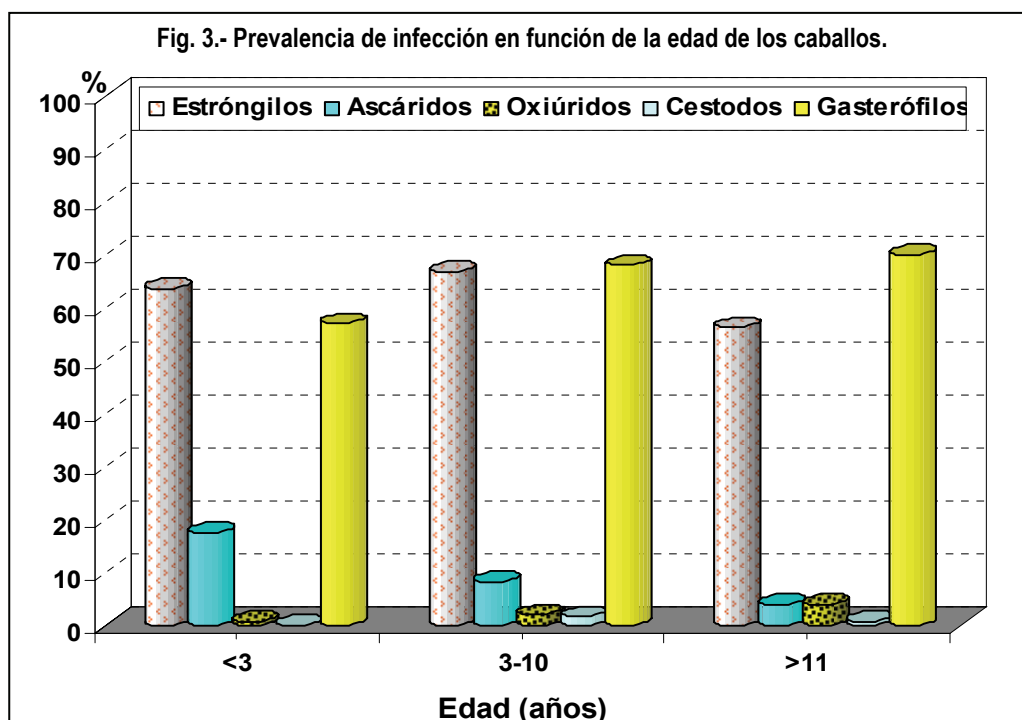
El análisis estadístico de los porcentajes de infección obtenidos mostró que existían diferencias significativas en la prevalencia de estrogilidos ($\chi^2= 61'398, p= 0'001$), ascáridos ($\chi^2= 29'533, p= 0'001$), oxiúridos ($\chi^2= 13'89, p= 0'016$) y gasterófilos ($\chi^2= 40'758, p= 0'001$) en función de la raza de los équidos.



Edad

En la figura 3 se representan las prevalencias de parasitación teniendo en cuenta los grupos de edad. Se obtuvieron valores similares para los nematodos estrogilidos en los tres grupos de edad, oscilando entre 56% y 67%. El porcentaje de caballos positivos a ascáridos osciló entre 4 y 17% siendo los más jóvenes los que estaban más parasitados, a oxiúridos entre 1 y 4%, y a gasterófilos entre el 57 y 70%. Mediante análisis estadístico se pudo comprobar que la **edad** no influye en la infección por estrogilidos, oxiúridos ni gasterófilos, pero sí se demostraron diferencias significativas para el caso de los ascáridos ($\chi^2= 14,12, p= 0,001$). Estos

resultados coinciden con los de Mfitlodze y Hutchinson (1989), quienes demostraron en Australia que la edad sólo influía en la eliminación de huevos de ascáridos. Romaniuk *et al.* (2004) observaron que las yeguas adultas sólo eliminaban huevos de estrongílicos, y los potros de ascáridos.



En un estudio coprológico desarrollado en Alemania, von Samson-Himmelstjerna *et al.* (2007) demostraron que los potros presentaban las prevalencias más altas de parasitación por nematodos de la familia *Strongylidae* y ascáridos. Lyons *et al.* (2006), en Estados Unidos, comprobaron que la prevalencia de eliminación de huevos de ascáridos era del 46% en potros y del 10% en caballos de más de 3 años. Es importante destacar que en Australia, Buckwell *et al.* (1995) sólo encontraron huevos de *P. equorum* en équidos menores de 2 años.

En caballos sacrificados en un matadero de Suiza, Brocard y Pfister (1991) comprobaron que el 64% tenían larvas de *G. intestinalis* en el estómago, y que esta era la única

especie presente. No observaron diferencias con la edad de los caballos. En Bélgica, Agneessens *et al.* (1998) encontraron larvas de *G. intestinalis* en el 58% de los caballos sacrificados, y no obtuvieron diferencias con la edad, lo que coincide con los resultados de Gökçen *et al.* (2008) en caballos árabes de Turquía.

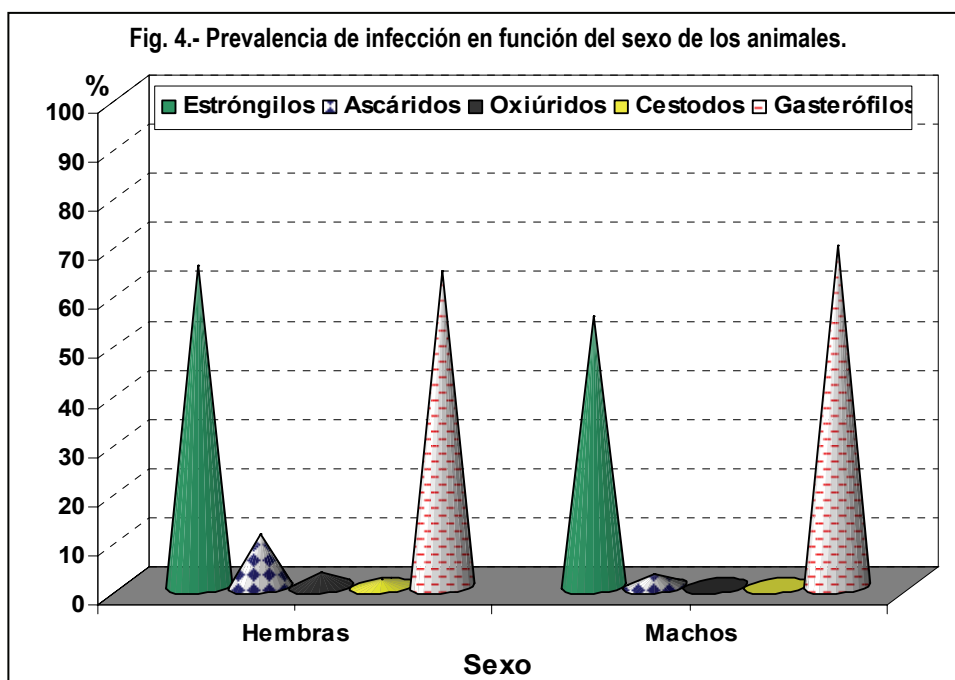
En el norte de Inglaterra, Edwards (1982) comprobó mediante necropsia que la presencia de gasterofilos disminuía a medida que aumentaba la edad de los animales. Por el contrario, Buckwell *et al.* (1995) en un estudio realizado con 150 caballos en Australia, obtuvieron mediante necropsia una prevalencia del 81% de *G. intestinalis* y del 29% de *G. nasalis*, afectando en mayor grado a potros menores de 2 años. Estos últimos resultados concuerdan con los obtenidos por Cortiñas (2009), que demostró que en Galicia los porcentajes más bajos de seroprevalencia de gasterofilosis se obtenían en los potros menores de 1 año, y que a partir de esta edad, se alcanzaban valores de seroprevalencia de anticuerpos superiores al 50%, concluyendo que durante el primer año de vida, más de la mitad de los caballos entran en contacto con los antígenos de *Gasterophilus* y desarrollan una respuesta inmunitaria humoral caracterizada por el incremento de anticuerpos IgG.

Sexo

Como se puede observar en la figura 4, el porcentaje de équidos que eliminaban huevos de estrongílicos y ascáridos fue superior en las hembras que en los machos. No se observó eliminación de huevos de oxiúridos en los machos. Estos resultados difieren de los descritos por Fikru *et al.* (2005), Mfitalodze y Hutchinson (1990) y Buckwell *et al.* (1995) en los que manifestaron que la eliminación de huevos de nematodos no dependía del sexo de los caballos.

El porcentaje de équidos positivos al ELISA con Gphil2ES fue superior en los machos que en las hembras, en coincidencia con los resultados de Rodrigues *et al.* (2007) en équidos de Brasil. Por el contrario, Agneessens *et al.* (1998) confirmaron que en equinos sacrificados en

Bélgica, el porcentaje de yeguas con gasterofilosis era mayor que el de sementales. Otros estudios desarrollados en Suiza y Turquía, (Brocard y Pfister, 1991; Gökçen *et al.*, 2008) no demostraron diferencias significativas en el porcentaje de caballos con larvas de *Gasterophilus* en función del sexo de los animales.



Con la prueba de Chi cuadrado se demostraron diferencias significativas en los porcentajes de infección por estrogilidos ($\chi^2= 4,340$, $p= 0,037$), ascáridos ($\chi^2= 8,108$, $p= 0,004$) y gasterófilos ($\chi^2= 12'596$, $p= 0'002$).

b) Prevalencia de infección parasitaria en función de factores extrínsecos

En este apartado se estableció el posible efecto de las condiciones de alojamiento de los caballos sobre la prevalencia de infección por helmintos y artrópodos. Para ello se agruparon siguiendo el siguiente criterio:

Box: caballos que permanecen siempre en sus alojamientos y salen al exterior para practicar deporte.

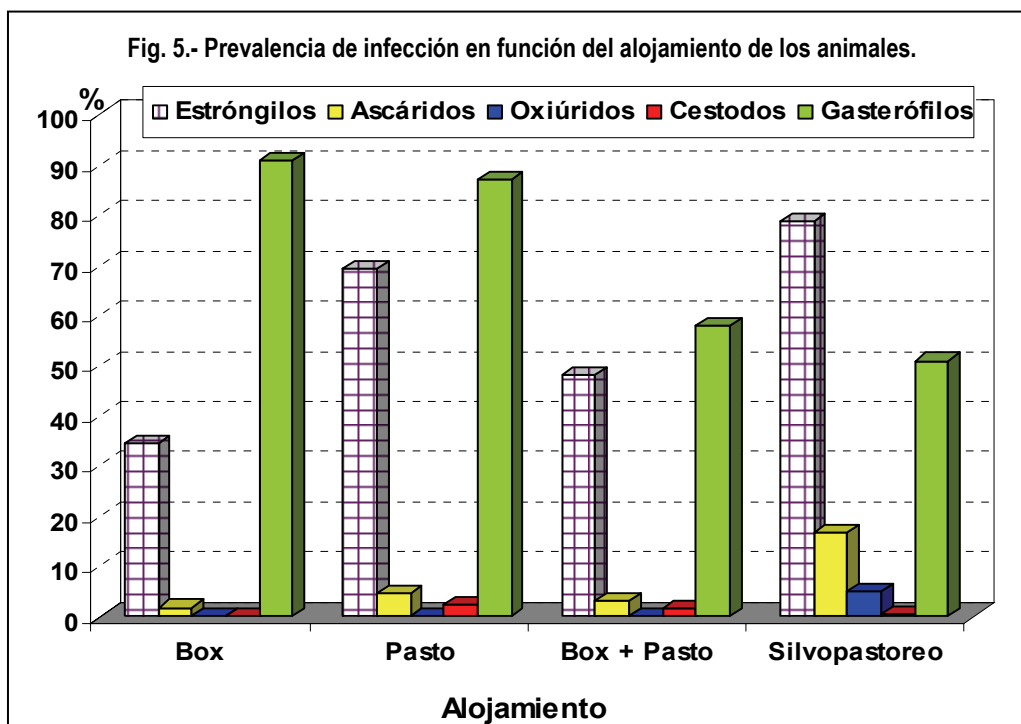
Pasto: caballos que permanecen día y noche en praderas naturales y sólo en condiciones excepcionales se llevan a las cuadras.

Box+Pasto: caballos que salen al pasto si las condiciones climáticas son buenas.

Monte: caballos de monte en silvopastoreo

En la figura 5 se puede comprobar que los animales que reciben menos cuidados y que se mantienen en el monte (silvopastoreo) de forma continuada, tuvieron los valores más elevados de infección por nematodos. En los équidos mantenidos en praderas (pasto) también se encontraron prevalencias elevadas, sobre todo de eliminación de huevos de estrongílicos y ascáridos. Mediante análisis de Chi cuadrado se demostró la existencia de diferencias significativas en los porcentajes de équidos que eliminaban huevos de estrongílicos ($\chi^2=64,734$, $p=0,001$), ascáridos ($\chi^2=31,157$, $p=0,001$) y oxiúridos ($\chi^2=17,035$, $p=0,001$).

Kornaś *et al.* (2004), en un estudio realizado en Cracovia (Polonia), encontraron las prevalencias de parasitación por estrongílicos más altas (74%) en los caballos mantenidos en el pasto de forma continuada, y las más bajas en los que permanecían siempre en el box sin ingerir hierba verde.



Solamente en los caballos que se mantenían permanentemente en el pasto y los que combinaban el pasto con la estancia en box eliminaron huevos de cestodos aunque las cifras de eliminación fueron bajas.

Al contrario de lo esperado, las seroprevalencias más elevadas de gasterofilosis se alcanzaron en los équidos que normalmente se alojan en boxes, en tanto que los que se mantienen en silvopastoreo alcanzaron los valores más bajos. Este hallazgo resultó muy sorprendente, puesto que cabría considerar que el alojamiento no favorece el contacto de los animales con las moscas.

La interpretación de estos resultados pasaría por contemplar la aptitud de estos caballos, en su mayoría dedicados al deporte, que se suele practicar al aire libre y cuando las

condiciones climáticas son buenas, circunstancias que posibilitan la infestación al encontrarse inmobilizados los caballos por bridas, jinetes, etc.

Los propietarios de los caballos que sacan a los animales al pasto cuando hace buen tiempo, aprovechan el día y los guardan de noche, esta práctica hace que los caballos se encuentren en el exterior en las horas en las que las moscas están más activas.

El menor porcentaje de positivos en los caballos en silvopastoreo podría explicarse si se tiene en cuenta que estos animales, de tamaño reducido, gran agilidad y hábitos gregarios, son capaces de evitar la puesta de huevos y con ello la infestación por *Gasterophilus* (Cortiñas, 2009). Hay que señalar además que en Muras (zona montañosa donde se desarrolló el estudio, próximo a la costa lucense) las condiciones de temperatura y sobre todo la velocidad del viento dificultan muchos días el vuelo de las moscas.

**CAPÍTULO II: Epidemiología y
cronobiología de las infecciones
parasitarias del ganado equino del
noroeste español**

2.1. INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior se demostró que los caballos del noroeste español están parasitados por helmintos que afectan al aparato digestivo (ascáridos, estrombílidos, oxiúridos y cestodos) y artrópodos (gasterófilos e hipobóscidos), siendo los estrombílidos y gasterófilos los más prevalentes.

Para el control de las infecciones parasitarias es preciso no sólo el conocimiento de la distribución de los agentes patógenos, sino también del modo y vías de transmisión, hospedadores que intervienen en el ciclo, especies animales afectadas, así como los factores de riesgo asociados y la influencia de las condiciones climáticas.

En el presente capítulo se profundizó en el estudio de los factores de riesgo asociados a la parasitación por helmintos y gasterófilos, y para ello se analizó la influencia de factores intrínsecos (raza, edad, sexo) y extrínsecos (alojamiento) sobre la prevalencia de estos parasitismos. En segundo lugar se estableció su cronobiología, por lo que mensualmente durante 2 años se recabaron datos de diferentes variables climáticas con ayuda de 32 estaciones meteorológicas automatizadas situadas en distintos puntos de la Comunidad Autónoma Gallega.

Los objetivos de este capítulo consistieron en:

- 1.- Determinar los factores de riesgo asociados a la parasitación de équidos del noroeste de España.
- 2.- Establecer la cronobiología de las infecciones parasitarias observadas en los caballos.

2.2. MATERIAL Y MÉTODOS*2.2.1. Estimación de factores de riesgo asociados a la infección por helmintos y gasterófilos*

Se emplearon los datos expuestos en el capítulo anterior, que se utilizaron para determinar si la infección parasitaria estaba condicionada por algunos factores intrínsecos (raza, sexo, edad) y extrínsecos (alojamiento). Para ello se realizaron tablas de contingencia de 2 entradas, con las que se calcularon los parámetros de **odds ratio** (OR), y cuando esto no resultaba posible, la **razón de prevalencias** (RP) (Thrusfield, 2005).

		Enfermedad		
		Sí	No	
Exposición	Sí	a	b	a + b
	No	c	d	c + d
		a + c	b + d	

$$OR = \frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}}$$

$$RP = \frac{\frac{a}{a+b}}{\frac{c}{c+d}}$$

También se procedió al cálculo de la **fracción etiológica** (FE), que establece la probabilidad de infección parasitaria en cada grupo considerado, o que también se puede considerar como el porcentaje de una determinada población que está en riesgo de desarrollar una enfermedad:

$$FE = \frac{OR-1}{OR}$$

El criterio seguido para establecer si existía relación entre los factores analizados y la aparición de las enfermedades fue el siguiente:

OR= 1 No existe relación

OR> 1 Factor de riesgo

OR< 1 Factor de protección

Cuando el valor de OR es superior a 1, se establece que la exposición a un factor entraña un riesgo para el desarrollo de enfermedad en la población, y el porcentaje de individuos que podría resultar afectado se estima mediante el cálculo de la fracción etiológica.

En el caso de que OR resulte inferior a 1, se define un grupo de individuos en los que la exposición al factor que se evalúa, *protege* o *reduce* la probabilidad de enfermar. En este caso, el valor que indica la fracción etiológica hace referencia al porcentaje de individuos que **no enferman** si se exponen a dicho factor.

El análisis simultáneo de la influencia de todos los factores sobre la infección por diferentes parásitos se llevó a cabo mediante el procedimiento CHAID (Chi Squared Automatic Interaction Detection). Se trata de una técnica de exploración de datos como un *modelo estadístico*, en el que la clasificación tiene como objetivo identificar el resultado categórico atendiendo a una serie de criterios dados. La finalidad de la predicción es pronosticar el objetivo o *resultado* según una futura serie de criterios o *variables independientes*.

Los resultados de este análisis se representaron en forma de un árbol de decisión, que simboliza una serie de cuestiones/pautas basadas en variables independientes que se plasman como un camino que recorre el árbol. Curiosamente, los árboles de decisión se representan bajando desde el nodo raíz hacia los nodos hoja.

Como su nombre indica, CHAID emplea la Prueba de la χ^2 para determinar si se debe continuar con la ramificación y, en caso afirmativo, qué *variables independientes* utilizar. Se diseñó para identificar las interacciones a incluir en *modelos de regresión*. Estas interacciones son combinaciones de *variables independientes* que influyen en el resultado.

Este método se puede utilizar, bien de forma independiente, bien para identificar variables independientes o subpoblaciones que servirían después para continuar la modelización con la ayuda de otras técnicas diferentes, como la regresión, las redes neuronales artificiales o los algoritmos genéticos.

2.2.2. Cronobiología de infecciones parasitarias en caballos del noroeste peninsular

Entre los años 2007 y 2009 se recogieron datos de la observación de formas parasitarias en heces de caballos, ectoparasitos y de la presencia de larvas infectivas en el medio (L3). De igual modo, para conocer las variaciones climáticas anuales del noroeste español se recabaron los parámetros mensuales de temperatura máxima, media y mínima, y precipitación anual. Mediante la combinación de los resultados del diagnóstico parasitario en los caballos y en el medio, y las variaciones meteorológicas, se estableció la cronobiología de las infecciones parasitarias de los caballos.

a) Diseño experimental

Se empleó un grupo de 25 caballos PRG mantenidos en pastoreo en una explotación de Muras (Lugo). Durante 2 años se tomaron muestras individuales de heces que se examinaron macroscópicamente para la detección de formas parasitarias. A continuación se aplicaron las técnicas de flotación, sedimentación y migración larvaria que se detallaron en el

capítulo anterior. Los animales no recibieron tratamiento antiparasitario mientras se desarrolló el presente estudio.

Al tiempo que se obtenían las muestras fecales, se realizaba el examen visual de la capa de cada animal.

b) Formas parasitarias en el medio

La determinación de larvas infectivas en los pastos se realizó con la técnica descrita por Taylor (1939) y Baudena *et al.* (2000) modificadas debido a las características del terreno en estudio. Como se expuso anteriormente, se tomaron cada mes muestras de vegetación siguiendo el procedimiento de la doble W a lo largo de los pastizales. Se puso cuidado en tomar muestras de pasto cada 10 m, siempre que era posible, cercanas al suelo pero sin incluir la raíz, y procurando obtener aproximadamente 500 g de cada zona.

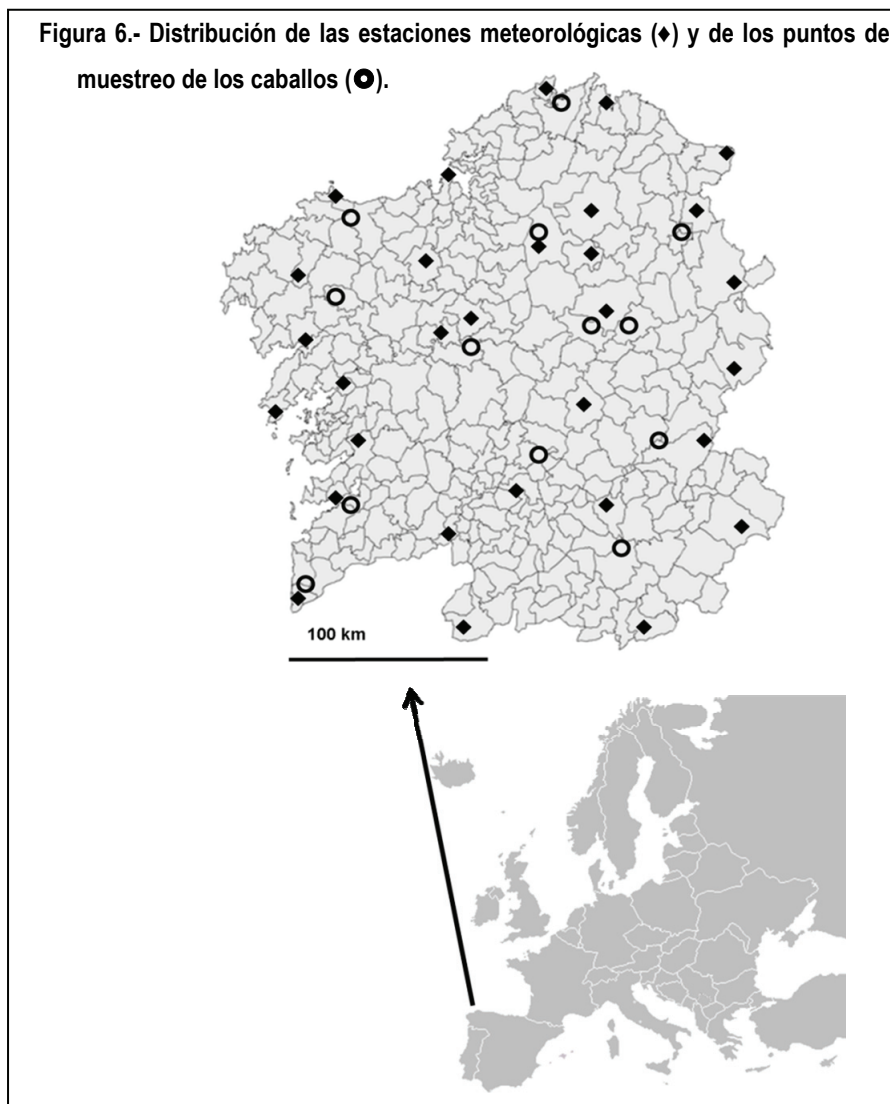
Recuperación e identificación de las larvas

Para recuperar las larvas seguimos el procedimiento de Gruner y Raynaud (1980). Las muestras de hierba se colocaron en cestillos de rejilla metálica que a su vez se introdujeron en recipientes de plástico. Se añadió agua templada a cada muestra de manera que la hierba quedara completamente sumergida. Al cabo de 24 horas se levantaban los cestillos y se lavaba a presión la hierba, recogiendo el agua del lavado y el agua en la que habían estado sumergidos. Este agua se filtraba a través de dos tamices de 0'3 y 0'02 mm, en el primero quedan retenidas las partículas más groseras y en el filtro inferior quedan retenidas las larvas. Para recuperarlas se lava el tamiz inferior repetidamenmte y el líquido recogido se deja sedimentar 24 horas eliminando después el sobrenadante, de manera que quede aproximadamente 1 cm de líquido sobre el sedimento. Se agita y se ajusta a 40 ml. Mediante un agitador magnético y con ayuda de una pipeta se llenaban tubos de 5 ml y se centrifugaban a 2500 rpm durante 5 minutos. Se determinó su presencia en alícuotas del sedimento del centrifugado. Se sumó el número de larvas de las muestras y este valor dividido por los Kg de

materia seca corresponden a L./Kg MS. Las larvas se identificaron como “pequeños estróngilos” y “grandes estróngilos” de acuerdo con la clave de Soulsby (1982).

c) Variaciones de los parámetros climáticos

Se obtuvieron datos de las temperaturas y precipitaciones mensuales de 32 estaciones meteorológicas automatizadas, cuya distribución se representa en la Figura 6. Los resultados se procesaron con Microsoft Excel 2003 y con el paquete estadístico SPSS (15.0).



2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.3.1. Influencia de factores intrínsecos y extrínsecos

a) Factores intrínsecos

Raza

En la tabla 6 se resumen los valores obtenidos del análisis de los resultados según la **raza** de los caballos. Es preciso recordar que sólo se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas al comparar el porcentaje de caballos positivos a estrongílicos, ascáridos, oxiúridos, y gasterófilos.

Analizando el valor de *odds ratio* (OR) para cada raza, se demostró en el 54% de los caballos de deporte español (CDE) la existencia de riesgo de desarrollar anticuerpos frente a *Gasterophilus*. Por el contrario, se obtuvieron resultados de OR inferiores a 1 para las infecciones por nematodos gastrointestinales (estrongílicos, ascáridos, oxiúridos).

En los cruces se apreció un nivel de riesgo significativo de padecer infección por nematodos estrongílicos, que podría desarrollar el 31% de esta población, y también de cestodosis, con un valor de FE del 68%.

Los caballos autóctonos (PRG), que suelen mantenerse en condiciones desfavorables de nutrición y alojamiento, con una vigilancia insuficiente de su estado sanitario, tienen una probabilidad elevada de padecer infecciones por nematodos gastrointestinales. Es necesario destacar que no se ha podido calcular el valor de OR en estos caballos para la oxiuriasis porque todos los animales que eliminaban huevos de *O. equi* pertenecían a esta raza.

La estimación de valores de OR por debajo de 1 para cestodos y gasterófilos parece indicar que en las áreas en las que frecuentemente se encuentran estos équidos (montañas,

bosques) no existen condiciones demasiado favorables para la supervivencia de los oribátidos, hospedadores intermediarios de los cestodos, ni para el desarrollo de las fases adultas de los gasterófilos, aspectos que dificultan el cierre de su ciclo biológico.

Raza		Estrongílicos	Ascáridos	Oxiúridos	Cestodos	Gasterófilos
		$\chi^2= 61'398$ $P= 0'001$	$\chi^2= 29'533$ $P= 0'001$	$\chi^2= 13'889$ $P= 0'016$	$\chi^2= 6'670$ $P= 0'246$	$\chi^2= 40'758$ $P= 0'001$
CDE	O R FE FP	0'51 49%				2'2 54%
Cruces	O R FE FP	1'45 31%	0'14 85%		3'1 68%	
PRG	O R FE FP	2'85 65%	5'3 81%	*	0'22 78%	0'4 60%
PRE	O R FE FP	0'28 72%	1'08 8%			1'7 42%
PRA	O R FE FP	0'46 54%	1'30 23%			16 94%
PSI	O R FE FP	0'28 73%	0'38 63%		3'25 69%	1'5 33%

Los caballos PRE y PRA presentan un cierto riesgo de infección por *Parascaris equorum*, lo que explicaría la aparición de este parasitismo en un porcentaje moderado de animales (8% y 23%, respectivamente), como indica la estimación de la *fracción etiológica* (FE).

Del análisis de las prevalencias de parásitos helmintos y gasterófilos en caballos de Pura Raza (PRE, PRA, PSI) se concluye que en estos animales tienen riesgo de entrar en contacto con *Gasterophilus* spp. y desarrollar una respuesta inmunitaria humoral IgG detectable mediante ELISA. Destaca en especial el valor de 16 obtenido para los PRA.

Edad

Con la prueba de Chi cuadrado sólo se demostraron diferencias estadísticamente significativas en los porcentajes de parasitación por *P. equorum* en relación con la edad de los caballos, como lo sustenta la estimación de OR= 2'86 ($\chi^2=14'120$, $P= 0'001$) para los caballos menores de tres años, de manera que afectaría al 65% de esta población.

Sexo

Como se puede ver en la tabla 7, del análisis estadístico se concluyó que el factor **sexo** influye en la infección por estrongílicos, ascáridos y gasterófilos.

Tabla 7.- Influencia del sexo en la probabilidad de infección parasitaria en équidos.						
Sexo		Estrongílicos	Ascáridos	Oxiúridos	Cestodos	Gasterófilos
		$\chi^2= 4'340$ $P= 0'037$	$\chi^2= 8'108$ $P= 0'004$	$\chi^2= 3'362$ $P= 0'067$	$\chi^2= 1'663$ $P= 0'197$	$\chi^2= 12'596$ $P= 0'002$
Hembras	OR FE FP	1'53 35%	4'79 79%			0'65 35%
Machos	OR FE FP	0'65 35%	1'5 33%			1'5 35%

Los valores de OR revelaron que las yeguas tienen más riesgo de padecer infecciones por estrongílicos y ascáridos, que podrían afectar al 35% y 79%, respectivamente de las mismas (Tabla 7). El 30% de los machos presentan riesgo de estar parasitados por *P. equorum*, mientras que la probabilidad de seropositividad frente a gasterófilos es del 35%.

b) Factores extrínsecos

Alojamiento

Con el cálculo de OR se demostró que la infección por nematodos estrongílicos, ascáridos y oxiúridos así como la infestación por *Gasterophilus*, está influida por el tipo de **manejo** de los caballos (Tabla 8), lo que concuerda con los resultados de Lyons *et al.* (2000), Larsen *et al.* (2002) y Döpfer *et al.* (2004).

		Tabla 8.- Influencia del <u>manejo</u> en la probabilidad de infección parasitaria en équidos.				
Manejo		Estrongílicos	Ascáridos	Oxiúridos	Cestodos	Gasterófilos
		$\chi^2= 64'734$ $P= 0'001$	$\chi^2= 31'157$ $P= 0'001$	$\chi^2= 17'035$ $P= 0'001$	$\chi^2= 3'382$ $P= 0'336$	$\chi^2= 82'867$ $P= 0'001$
Box	OR FE FP	0'27 73%	0'17 83%			
Pasto	OR FE FP	1'4 29%	0'47 53%		2'93 66%	2'93 66%
Box + Pasto	OR FE FP	0'39 61%	0'24 76%		1'95 49%	1'95 49%
Monte	OR FE FP	3'5 72%	5'86 83%		0'28 73%	0'28 73%

Los caballos que se alojan en *boxes* no tienen riesgo de padecer helmintos ni gasterófilos.

En équidos que se mantienen en pastoreo durante todo el año, existe una probabilidad moderada de infección por strongílidos, que afectaría al 29% de estos animales. La parasitación por gasterófilos podría llegar a alcanzar al 66% de los caballos en estas condiciones.

En la Tabla 8 se puede comprobar que en el 49% de los équidos en régimen mixto (box + pasto) habría riesgo de parasitación por gasterófilos.

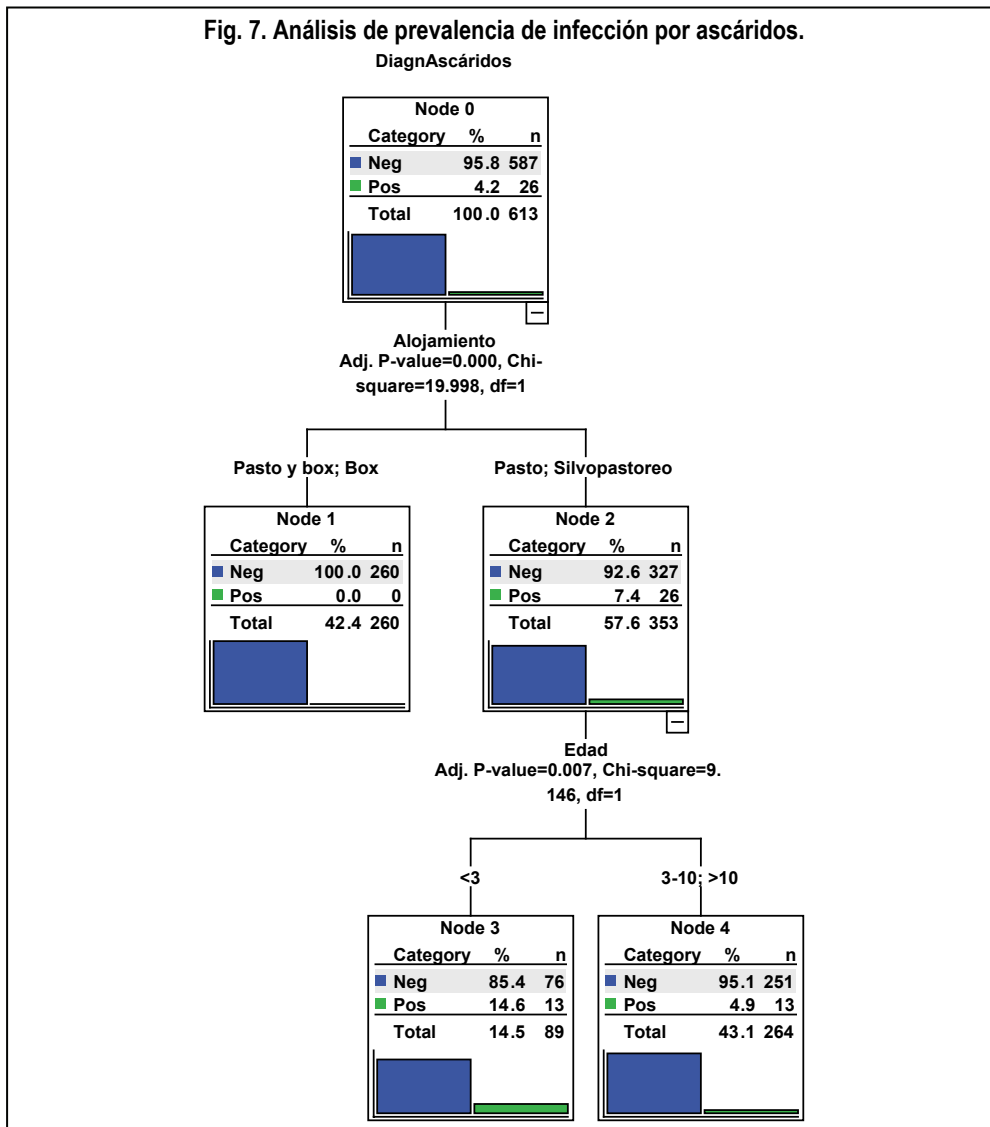
Finalmente, los caballos que permanecen siempre en el monte tienen mucha probabilidad de adquirir infecciones provocadas por strongílidos (72%) y *Parascaris equorum* (83%). Sin embargo, en estos animales el riesgo de parasitación por cestodos y de desarrollar anticuerpos frente a *Gasterophilus* es bajo, lo que podría deberse a que en áreas montañosas no se dan condiciones demasiado favorables para la supervivencia de los oribátidos, hospedadores intermediarios de los cestodos; y que las condiciones climáticas adecuadas para la presencia de las moscas *Gasterophilus*, sólo concurren en los meses de verano, en los que se alcanzan temperaturas por encima de 15°C.

c) Análisis conjunto de los resultados

Para llevar a cabo el análisis global de los resultados en función de los factores analizados, se recurrió a la clasificación mediante el esquema denominado *árbol*. En la figura 7 se recoge el análisis conjunto de la presencia de parasitación por **ascáridos** en función de factores intrínsecos (raza, edad, sexo) y extrínsecos (alojamiento).

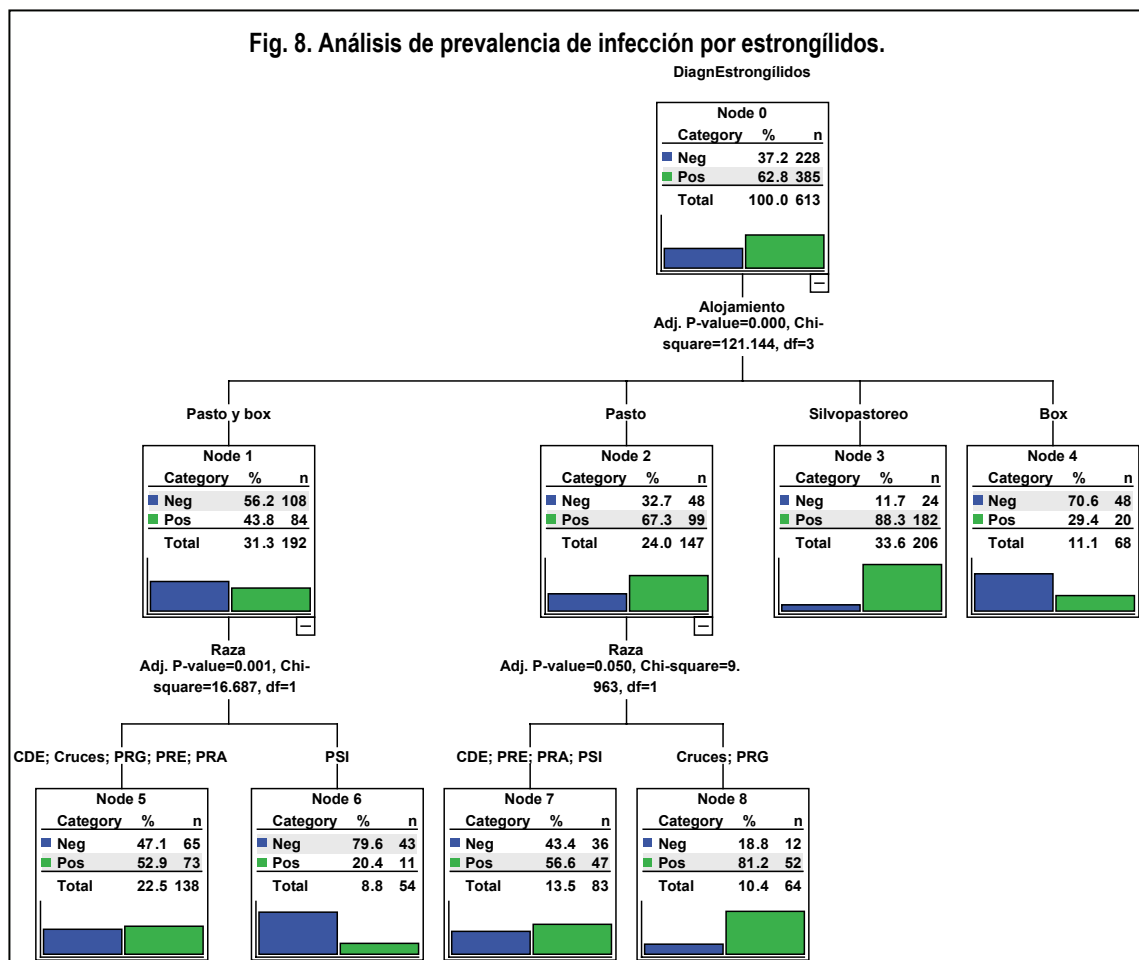
Como se puede apreciar, el tipo de alojamiento de los caballos es el principal factor que condiciona la infección por *P. equorum*, que sólo se detectó en equinos en pastoreo y silvopastoreo. Estos resultados pueden deberse a que los huevos del parásito expulsados con

los excrementos necesitan entre 20- 40 días para albergar en su interior la fase de larva 2 y convertirse en infectivos, los caballos que se mantienen en boxes, de los que se retiran las heces con asiduidad, tienen menos posibilidades de entrar en contacto con huevos embrionados y adquirir la infección. Por otra parte los equinos en pastoreo y silvopastoreo reciben menor vigilancia y cuidados; también es importante tener en cuenta la elevada probabilidad de que coexistan equinos de diferentes edades, lo que facilita la dispersión de la infección.



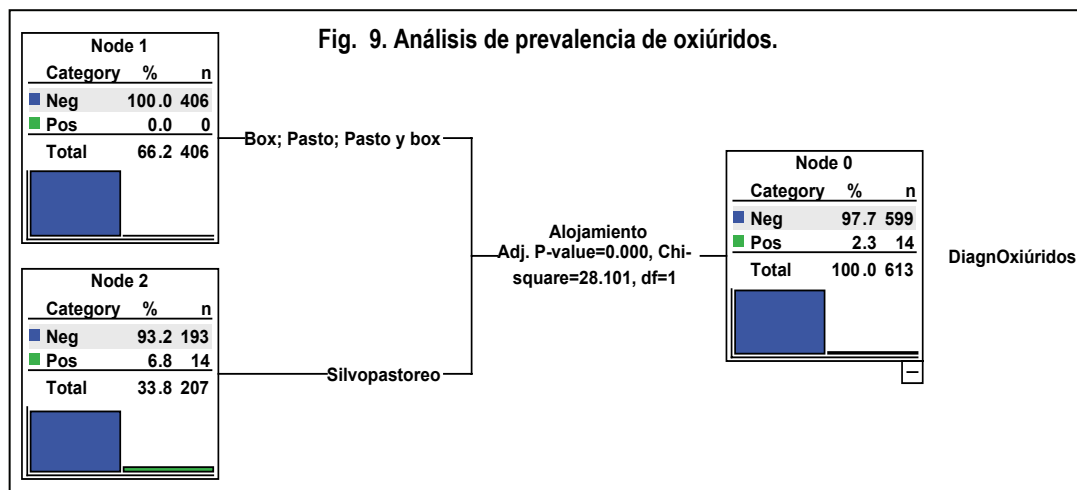
El siguiente *nodo* se estableció en función de la edad de los équidos, demostrándose que los de menos de 3 años alcanzan las mayores cifras de prevalencia de parasitación por el ascárido. Estos resultados coinciden con los de Lyons y Tolliver (2003) y Lindgren *et al.* (2008).

En la figura 8 se representa el análisis simultáneo del efecto de los factores intrínsecos y extrínsecos sobre la probabilidad de infección por nematodos **estrongílicos**. Al igual que sucedió para los ascáridos, el tipo de alojamiento (pastoreo y silvopastoreo) constituye el factor que más influencia tiene en la presencia de huevos de estrongílicos en las heces de los caballos, lo que coincide con Nielsen *et al.* (2002).



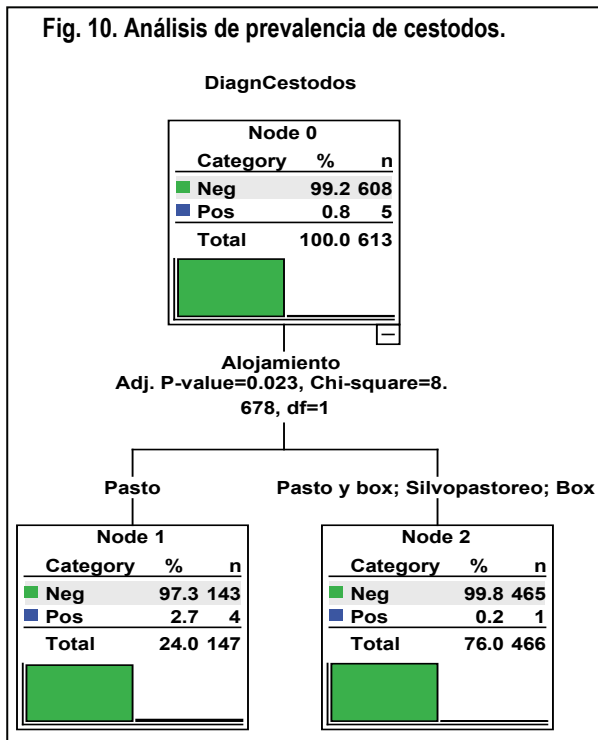
En los caballos en régimen mixto (pastoreo + box) se dispuso otro grupo en función de su raza, apreciándose una prevalencia significativamente inferior en los PSI (20%) (Fig. 8), estos caballos con elevado valor económico y en su mayoría dedicados a la competición, no suelen disfrutar de periodos prolongados en el prado, condición indispensable para su infección. También es interesante destacar que estos equinos reciben cuidados esmerados (desparasitación frecuente, limpieza minuciosa de establos, alimentación adecuada).

También se instauró una división de los equinos en pastoreo en relación a su raza, determinándose los mayores porcentajes de eliminación de huevos de ascáridos en los caballos que *a priori* reciben menos cuidados, los que resultan de Cruces y los autóctonos PRG. Estos últimos generalmente se mantienen en montes y áreas forestales, donde reciben alimentación escasa y cuidados insuficientes, y la posibilidad de entrar en contacto con las formas infectivas, las larvas 3, es elevada (Sánchez *et al.*, 2010).



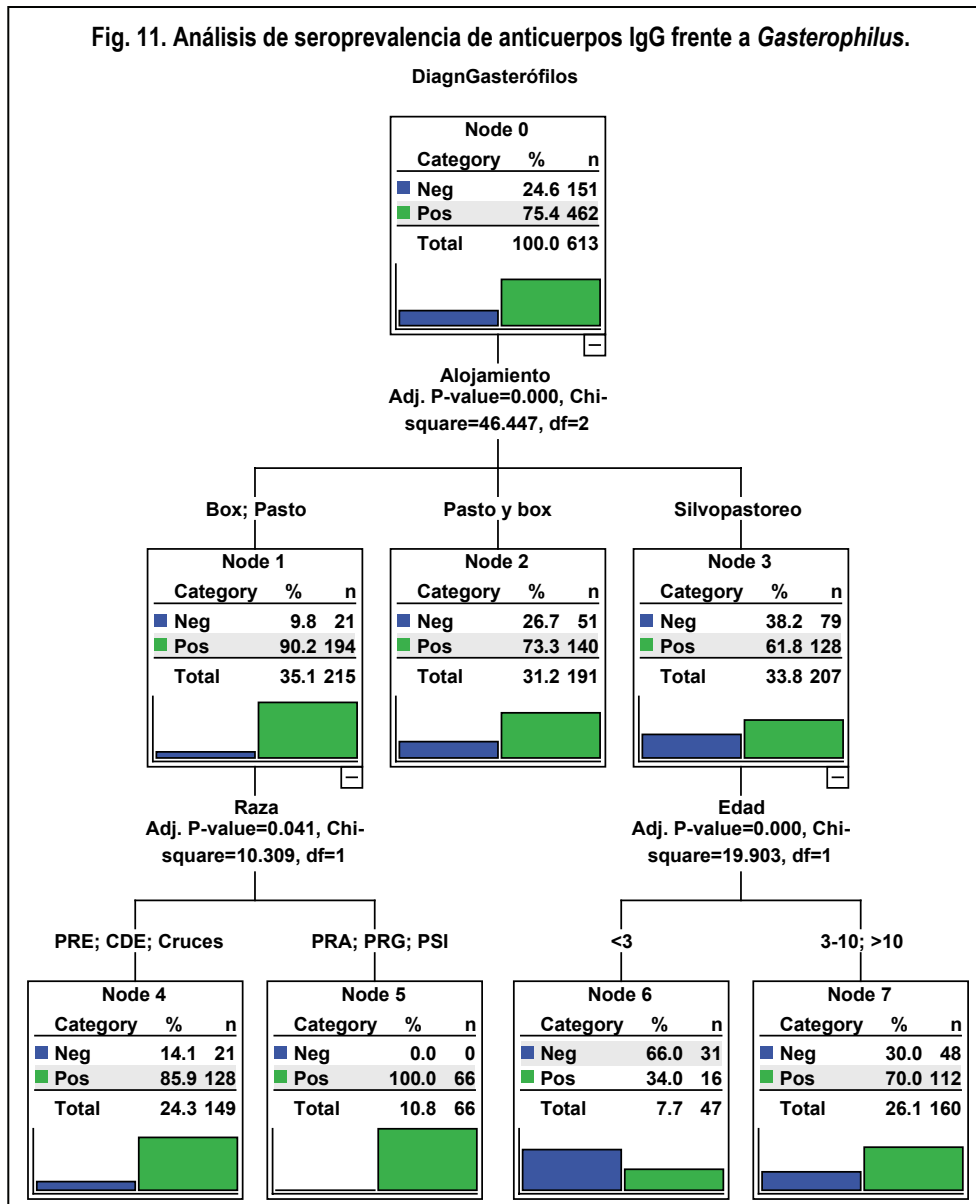
En la figura 9 se representa el análisis de la prevalencia de eliminación de huevos de **oxiúridos**. Como se puede comprobar, el *tipo de alojamiento* resultó de nuevo el factor más importante en la clasificación de los animales, que se distribuyen así en un lote con infección por *Oxyuris* los caballos en silvopastoreo, y el resto, que no eliminaban huevos del parásito.

Una posible explicación a estos resultados podría basarse en el deficiente manejo de estos caballos, que ha sido destacado con anterioridad.



La infección del ganado equino por cestodos se produce por la ingestión de oribátidos con cisticercos en su interior. Se trata de ácaros que se encuentran en pastos, por lo que los caballos que permanecen en el prado tienen mayor probabilidad de desarrollar cestodosis, como se comprobó en el presente estudio (Fig. 10).

En la figura 11 se resumen los resultados del estudio de la seroprevalencia de IgG en caballos gallegos frente a antígenos de *G. intestinalis*. Se demostró, al igual que en los casos anteriores, que el principal factor de influencia era el alojamiento de los animales, obteniéndose 3 grupos formados por equinos en silvopastoreo, pasto, box y box + pasto.



A continuación se comprobó que en los caballos con menor seroprevalencia, aquellos mantenidos en silvopastoreo, se establecían dos lotes según la edad de los animales, obteniéndose la menor seroprevalencia en los equinos más jóvenes (<3 años).

El grupo formado por caballos alojados en boxes y por animales mantenidos en el pasto alcanzó la seroprevalencia más elevada; se estableció otro nodo en función de la raza de los équidos, que se distribuyeron en PRA + PRG + PSI, con el 100% de seropositividad, y PRE+ CDE + Cruces con el 86% de animales positivos.

El hallazgo de los mayores porcentajes de positividad entre los caballos mantenidos en boxes resultó un tanto sorprendente, puesto que cabría considerar que este tipo de alojamiento no favorece el contacto de los animales con los antígenos de *Gasterophilus*. Sin embargo, una posible explicación pasaría por tener en cuenta que los propietarios de estos animales acostumbran a sacar a los caballos al pasto si las condiciones climáticas son adecuadas, en especial en periodos más calurosos del estío. Esto favorecería la infestación por el parásito, o al menos su sensibilización con antígenos del mismo.

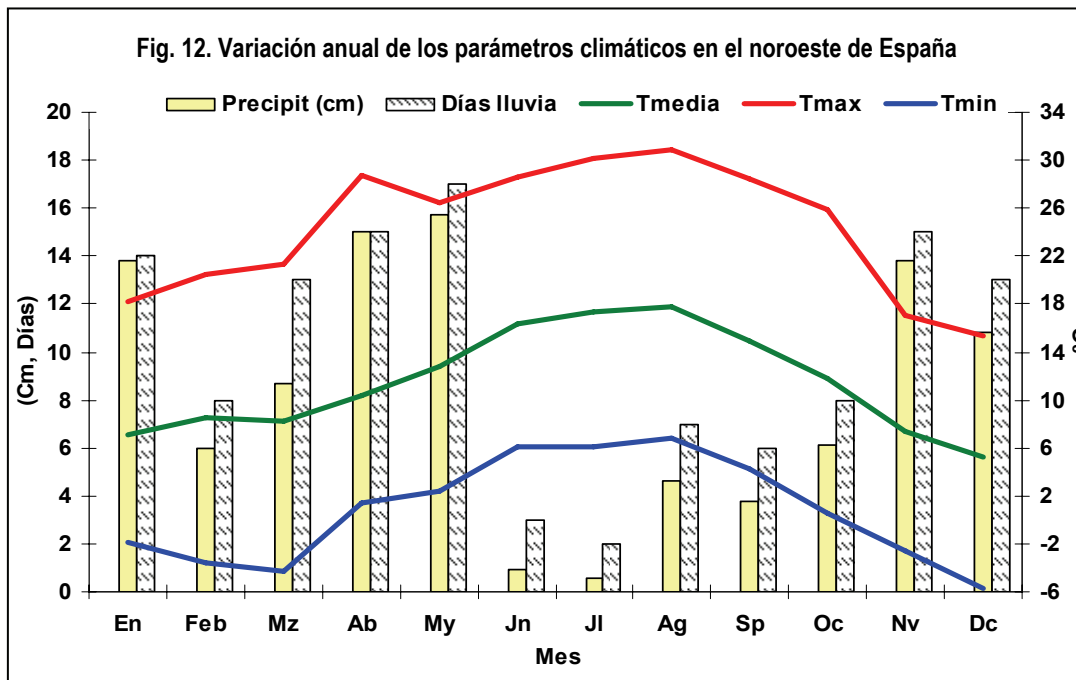
Otra interpretación de estos resultados pasaría por contemplar la aptitud de estos caballos, en su mayoría dedicados a deporte que se suele practicar al aire libre, circunstancia que posibilita la infestación de los caballos (Cortiñas, 2009).

Del análisis conjunto de la influencia de factores intrínsecos y extrínsecos sobre la prevalencia de infección parasitaria en ganado equino del noroeste español se concluye que el tipo de alojamiento es el más importante, lo que coincide con los resultados de Larsen (2000) en Dinamarca.

2.3.2. Cronobiología de las infecciones parasitarias

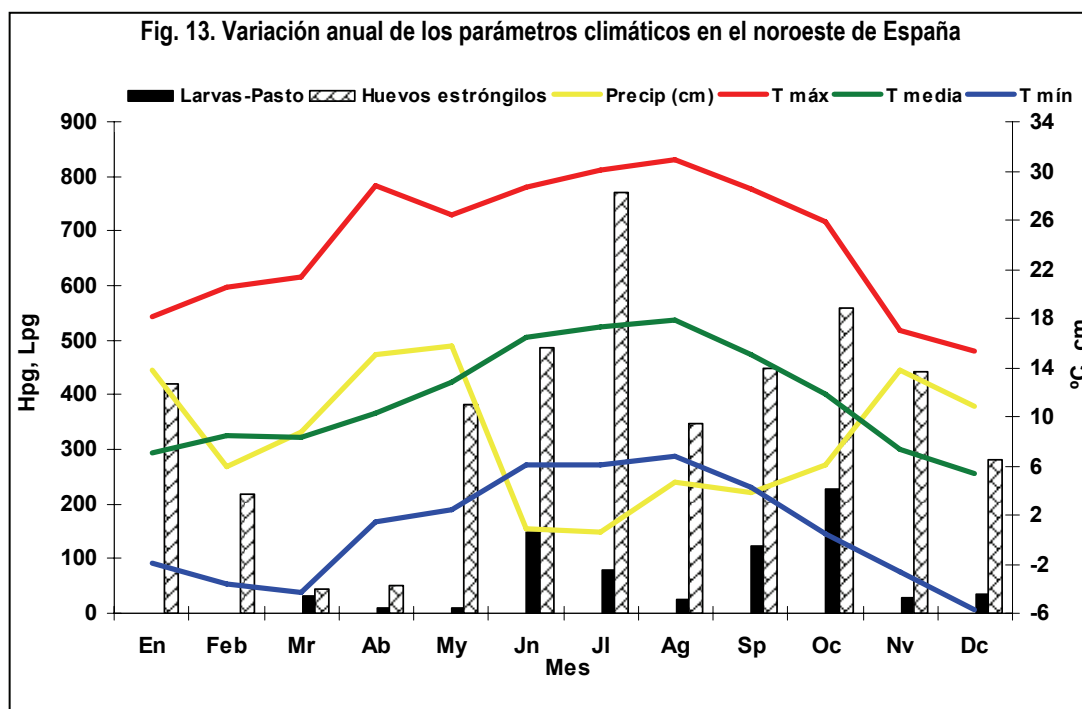
a) Patrón climático

No se obtuvieron diferencias significativas en los valores anuales (2007-2008) de temperaturas medias, máxima y mínimas, precipitaciones y días de lluvia, por lo que se representaron las variaciones mensuales en un único patrón climático (Fig. 12). Las temperaturas más elevadas se obtuvieron entre abril y octubre, y las más bajas de noviembre a marzo. Las precipitaciones oscilaron entre 0'6 (julio) y 16 cm (mayo), y la progresión de los días de lluvia coincidió con los datos de precipitación. Estos datos definen un clima de tipo oceánico (Díaz *et al.*, 2007; Sánchez-Andrade *et al.*, 2010), como corresponde a la zona de estudio.



b) Cronobiología de parasitación por helmintos

La eliminación de huevos de estrongílicos en las heces de los caballos disminuyó de forma significativa desde el mes de enero y los valores más reducidos se produjeron en marzo y abril ($F= 6'233, p= 0'001$) (Fig. 13). A partir de mayo aumentó de nuevo la eliminación, alcanzándose dos valores máximos en julio y octubre. Estos resultados coinciden en parte con los obtenidos por Baudena *et al.* (2000) en EEUU, Ramsey *et al.* (2004) en Gran Bretaña y Kuzmina *et al.* (2006) en Ucrania. En el Reino Unido, Lloyd (2009) encontró los recuentos más elevados en verano (agosto).



Cuando las condiciones ambientales son desfavorables (diciembre a marzo), las larvas de los pequeños estrongílicos se encapsulan en la mucosa intestinal y permanecen en hipobiosis retrasando el desarrollo hasta la fase adulta (Love y Duncan, 1992; Lyons *et al.*, 2002). La reducción en la eliminación de huevos de ciatostómidos desde diciembre a abril parece indicar la duración de la fase de hipobiosis ante condiciones externas desfavorables (Elsener y Villeneuve, 2009; Corning, 2009)

A partir del mes de marzo se observaron larvas de estrogilidos en el pasto, cuya presencia aumentó en junio, coincidiendo con valores de temperaturas mínimas por encima de 6°C.

Entre los meses de mayo y julio se observó un descenso de las precipitaciones, seguido de la reducción en el número de larvas de estrogilidos recogidas del pasto (julio-agosto). Los valores más elevados se obtuvieron entre septiembre y octubre, disminuyendo la presencia de larvas L3 hacia diciembre.

En diversos estudios se ha demostrado que los factores que más afectan al desarrollo larvario en el ambiente son las precipitaciones y la temperatura (Mfitlodze y Hutchinson, 1987; Baudena *et al.*, 2000; Ramsey *et al.*, 2004). Cuando la temperatura se mantiene entre 8 y 38°C y la humedad relativa es elevada, se dan las condiciones adecuadas para que en el medio tenga lugar el desarrollo desde huevo a L1, L2 y L3 (Mfitlodze y Hutchinson, 1987; Nielsen *et al.*, 2007). En el presente estudio estas condiciones se observaron al final del verano y principio del otoño, coincidiendo con la mayor abundancia de L3 en el pasto. Baudena *et al.* (2000) indicaron que en épocas con temperaturas medias o bajas es posible encontrar gran número de L3 en el pasto, con esas condiciones las larvas tienen poca movilidad, y mantienen sus reservas energéticas para asegurar una viabilidad más prolongada.

Hay que considerar también que cuando las temperaturas no son óptimas las larvas L3 se entierran para seguir viables, por lo que no se pueden encontrar en el pasto (Kuzmina *et al.*, 2006). Es importante destacar que por razones prácticas la toma de muestras de pasto se realizaba en las primeras horas de la mañana, cuando las temperaturas eran más bajas.

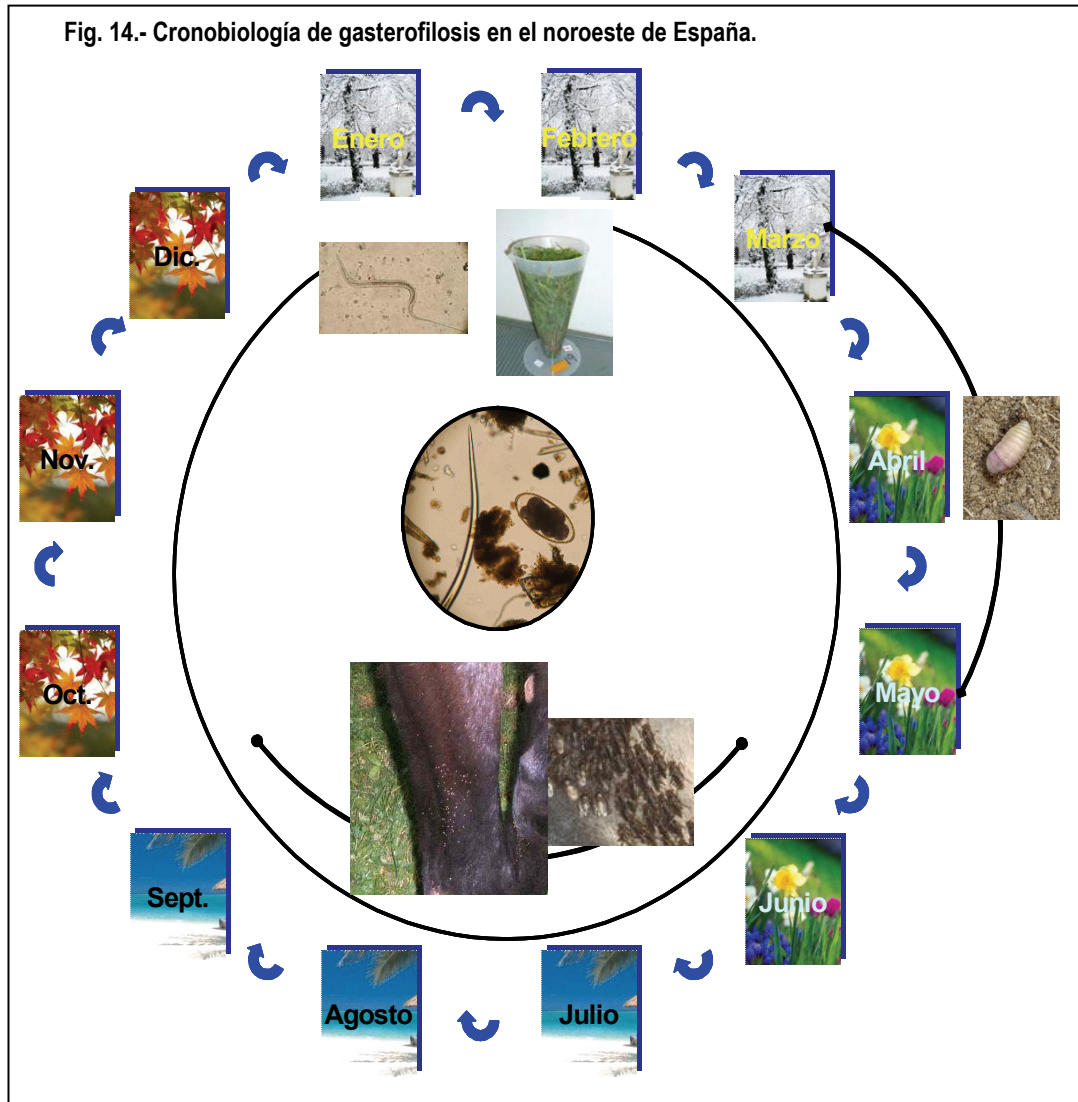
c) Cronobiología de infestaciones por artrópodos

El análisis macroscópico del ano y de las heces de los caballos demostró la presencia de larvas L3 de *Gasterophilus intestinalis* y *nasalis* de marzo a mayo (Fig. 14). Diferentes investigaciones han señalado que estas 2 especies son las de mayor prevalencia en équidos (Coles y Pearson, 2000; Lyon *et.al.*, 2000; Otranto *et al.*, 2005), por lo que la posibilidad de infestaciones mixtas en un mismo caballo es elevada.

Mediante la exploración externa de los équidos se comprobó la existencia de huevos de *Gasterophilus* y de adultos de *Hippobosca* entre junio y septiembre. Por último, de junio a agosto se recogieron ejemplares de garrapatas que se identificaron en el laboratorio como de *Ixodes ricinus* (Cortiñas *et al.*, 2009).

Después de haber madurado y cuando las condiciones ambientales son favorables, las larvas 3 de *Gasterophilus* abandonan el tracto digestivo del équido en el medio de las heces, se entierran y pupan (Cogley y Cogley, 2000). La pupación depende de la temperatura, y se completa a los 22-28 días a 22-25° C, ó 32 días a 18° C (Edwards, 1982). En el presente estudio, las larvas 3 encontradas en las heces de los caballos durante los meses de marzo, abril y mayo (Fig. 5) cuando las condiciones climáticas no son adecuadas para que las larvas 3 se transformen en moscas adultas, sugieren un fenómeno de invernación de las pupas (Panitz, 1978). Parece razonable asumir que en regiones con clima oceánico (como la región de estudio) la pupación termina al final de primavera y las moscas adultas vuelan durante el verano

Para que se produzca la infestación de los équidos es necesario que las moscas adultas depositen los huevos en el pelo de los caballos, esto ocurre cuando las temperaturas son superiores a 15° C; además se sabe que la lluvia tiene una influencia negativa en el vuelo de las moscas (Sievers y Weber, 2005).



Una vez que los huevos están en la boca sale la larva 1 se introduce en la mucosa y en 1 mes ya se ha transformado en larva 2 (DuPont y Larish, 2003). La larva 2 alcanza el estómago o intestino delgado proximal, dependiendo de la especie (Reinemeyer *et al.*, 2000) y ahí permanece prácticamente inmóvil durante 8-10 meses (Duncan *et al.*, 2002).

El hallazgo de huevos de *Gasterophilus* en los caballos durante el verano, junto con la presencia de larvas 3 en heces 8 meses más tarde (Zumpt, 1965) confirma la cronobiología de gasterófilos en zonas con clima oceánico.

d) Análisis de la cronobiología de las infecciones parasitarias en ganado equino

Teniendo en cuenta estos resultados, consideramos que para el buen control de las strongilosis equinas en Galicia, sería conveniente instaurar dos tratamientos anuales. En primavera, coincidiendo con el final de la hipobiosis para evitar el desarrollo a estrongílicos adultos, con lo que disminuiría la eliminación de huevos y como consecuencia la contaminación larvaria del pasto en verano. Como los caballos se reinfectan al final del verano, un segundo tratamiento en septiembre-octubre eliminaría los adultos y por tanto reduciría la presencia de larvas en el pasto durante las estaciones de invierno y primavera.

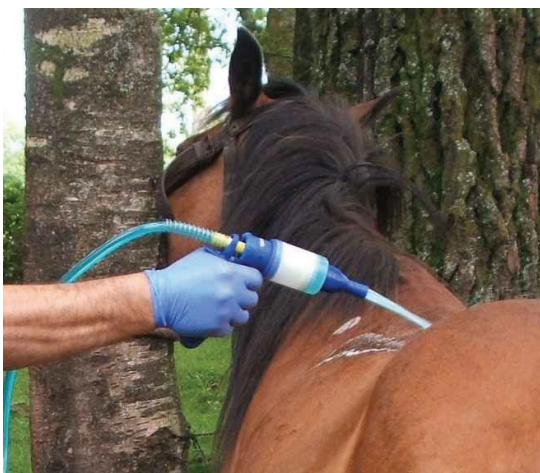
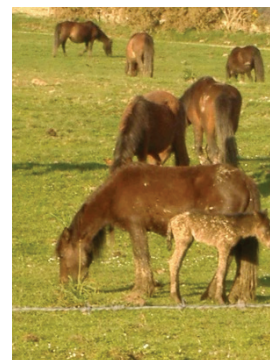
De la observación de moscas de *Hippobosca* de junio a septiembre, y garrapatas *Ixodes* spp de junio a agosto, recomendamos la administración de un tratamiento endoectocida en primavera (mayo-junio), que eliminaría las fases adultas de ectoparásitos, y las L1 de *Gasterophilus*, y otro en octubre, que reduciría la migración de L2 de *Gasterophilus* y su transformación a L3.

CAPÍTULO III: Medidas de control parasitario

3.1. INTRODUCCIÓN

Los caballos del noroeste peninsular están infectados por helmintos nematodos (ascarídeos, estrongílidos, oxiúridos) y cestodos, y por artrópodos (gasterófilos, hipobóscidos e ixódidos).

Se demostró en el capítulo 2 que el tipo de alojamiento constituye el principal factor que influye en la probabilidad de infección parasitaria en el ganado equino. Los animales que permanecen la mayor parte del tiempo en el medio externo (pasto, silvopastoreo) presentan el riesgo más elevado de infección por ascáridos, estrongílidos, oxiúridos y cestodos. Sin embargo, la mayor seroprevalencia de gasterofilosis se observa en caballos que se alojan en boxes.



El control de las infecciones parasitarias requiere no sólo el conocimiento de los factores que pueden desencadenarlas o incrementarlas, sino también qué actuaciones se llevan a cabo para evitar o reducir su presentación. Por ello, en este capítulo se consideró útil y necesario plantear una encuesta con objeto de recabar información de algunas características de explotaciones equinas del noroeste peninsular, enfocando el tema desde una perspectiva de explotación, de manejo de los animales como grupos. Con este motivo se diseñó un estudio que consistió en la realización de una encuesta a los propietarios de los caballos, y en el análisis de muestras de heces y suero de equinos de esta región noroeste. A continuación se estudió la posible relación

entre las características de las explotaciones, la presencia de infecciones parasitarias y las pautas aplicadas para su control. De este modo, se establecieron los **OBJETIVOS**:

- 1.- Estudiar las características más importantes de las explotaciones de ganado equino del noroeste de España en cuanto al manejo de los animales.

- 2.- Conocer las principales medidas de control parasitario adoptadas.

- 3.- Analizar el efecto de las medidas de control antiparasitario sobre la infección por helmintos y gasterófilos.

3.2.- MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó de enero de 2008 a julio de 2009, y consistió en la toma de muestras de heces y de sangre que se analizaron mediante análisis coprológicos e inmunoenzimáticos, como se describió en el apartado anterior. Se emplearon 1312 caballos de 225 explotaciones. Al mismo tiempo que se visitaban las explotaciones, se distribuyó una encuesta entre los propietarios de los equinos para conocer las características del manejo, composición del rebaño, qué medidas se empleaban para el control de formas parasitarias, etc.

3.2.1. Diagnóstico de infección parasitaria

La presencia de formas parasitarias en las heces de los caballos se estudió mediante las técnicas coprológicas de flotación, sedimentación y migración. Se empleó la técnica ELISA con antígenos de excreción/secreción de L2 de *Gasterophilus intestinalis* para determinar la seroprevalencia de anticuerpos IgG frente a este parásito. Los protocolos aplicados se recogen en la sección de Material y Métodos del capítulo 1.

El análisis estadístico de los resultados de forma simultánea se llevó a cabo mediante la prueba CHAID, conforme a lo descrito en el capítulo 2.

3.2.2. Encuesta para conocer el manejo de los caballos

Con objeto de obtener información sobre las medidas de control antiparasitario empleadas en cada explotación, se distribuyó la siguiente encuesta entre los propietarios de los caballos, al mismo tiempo que se visitaba la granja para la obtención de muestras de heces y sangre de los animales.

A.- LOCALIZACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN Y DATOS DEL PROPIETARIO

- | | |
|-----------------------|------------|
| -Nombre del ganadero: | Teléfono: |
| -Localidad: | Municipio: |
| -Veterinario: | Teléfono: |

B.- INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LA EXPLOTACIÓN.**1.- Animales de la explotación**

1. Únicamente equino
2. Equino + otras especies

2.- Cuarentena de animales nuevos

1. Sí
2. No

3.- Examen coprológico rutinario

1. Sí
2. No

4.- Aplicación de medidas para el control parasitario

1. Sí
2. No
3. No sabe / no contesta

5.- Procedimiento para el control parasitario

1. Quimioterapia
2. Condiciones manejo animales
3. Acción sobre los pastos

6.- Examen coprológico después de la administración del tratamiento para evaluar su eficacia

1. Sí
2. No

C.- INFORMACIÓN SOBRE EL USO DE ANTIHELMÍNTICOS

7.- Número de tratamientos por año

1. Uno
2. Dos
3. Tres
4. Más de tres

8.- Familia de antiparasitarios empleados

1. Bencimidazoles
2. Lactonas macrocíclicas
3. Sales de pirantel
4. Bencimidazoles + Lactonas macrocíclicas
5. L. macrocíclicas + praziquantel
6. L. macrocíclicas + pirantel
7. Bencimid.+ L. macrocíclicas + praziquantel

9.- Época del año

1. Primavera
2. Otoño
3. Primavera + otoño

10.- Estimación de la dosis de antihelmíntico

1. Visual
2. Peso medio caballos
3. Cinta métrica

11.- Consejo seguido en la elección del tratamiento

1. Basado en la experiencia previa
2. Consejo veterinario
3. Establecimiento comercial
4. Otros

**12.- Tratamiento antes de introducir animales nuevos en el
pasto**

1. Sí
2. No

3.3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.2.1. Características de las explotaciones equinas

a) Presencia de animales de diferente especie en la explotación

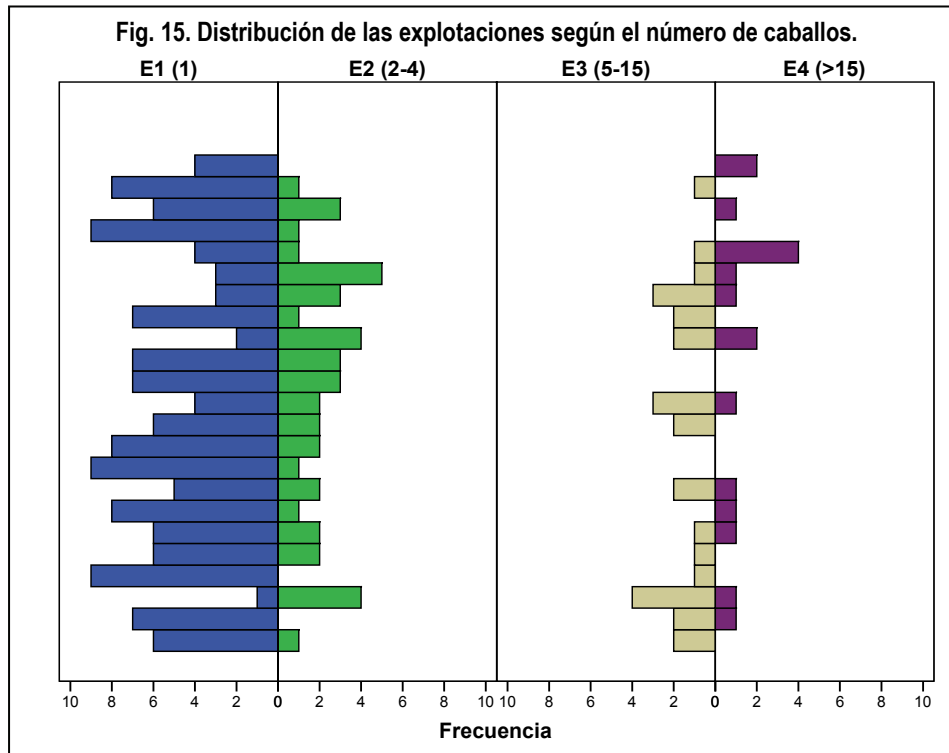
De las 224 explotaciones de ganado equino visitadas, sólo 1 tenía además ovejas, y en 3 los caballos compartían los pastos con ganado vacuno, a diferencia de lo observado por Lloyd *et al.* (2000). Estos datos parecen indicar que la tenencia de caballos está orientada fundamentalmente a actividades de ocio, como indica que el 60% de los propietarios tengan un ejemplar, y el 20% entre 2 y 4. Por otro lado, esta información destaca que en Galicia no se practica ningún tipo de pastoreo rotacional, beneficioso para tratar de disminuir la contaminación de larvas en los campos (Lendal *et al.*, 1998; Pascoe *et al.*, 1999; Kaplan, 2002; Holm-Martin *et al.*, 2005; Slocombe *et al.*, 2008).

b) Cuarentena y análisis coprológicos rutinarios

En ningún caso se contempló la necesidad de mantener los animales recién llegados a la granja en cuarentena. Tampoco se realizaron exámenes coprológicos rutinarios para conocer el estado de parasitación de los equinos, lo mismo sucede en Suecia, donde sólo el 1% lo hacen (Lind *et al.*, 2007) por el 28% en Irlanda (O'Meara y Mulcahy, 2002), mientras que en Dinamarca suelen ser habituales (97%) ya que están obligados por ley (Nielsen *et al.*, 2006a).

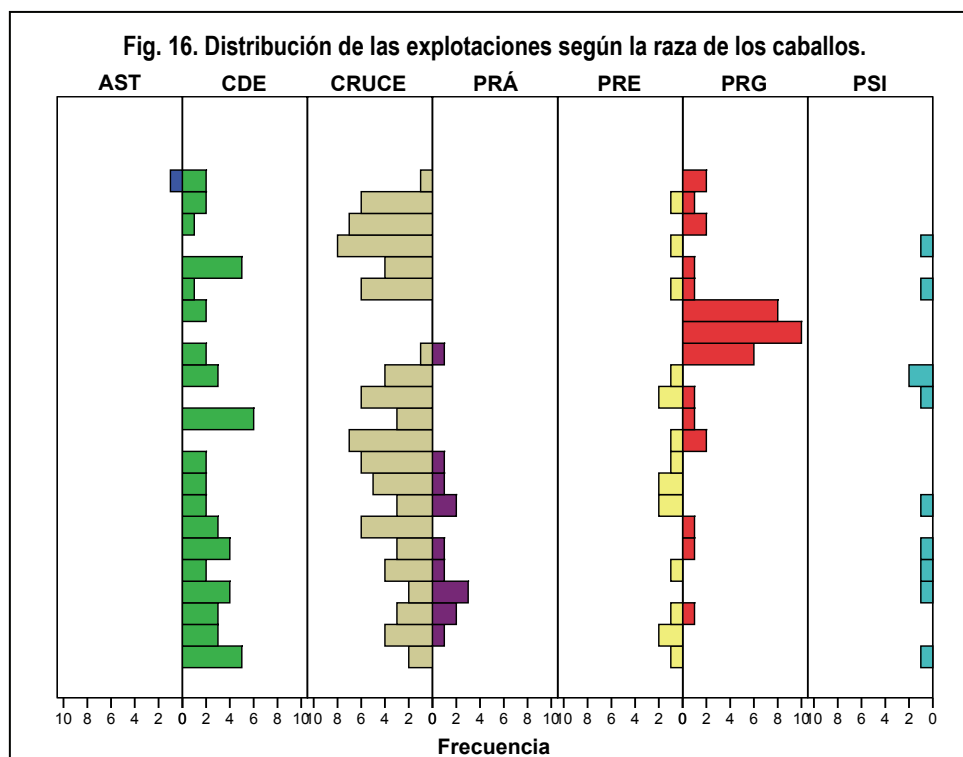
c) Tamaño de la explotación

En función del **número de caballos**, se establecieron los grupos E1 (1 animal), E2 (2-4), E3 (5-15) y E4 (>15). Como se refleja en la figura 15, en la mayoría de las granjas había menos de 5 équidos (E1, 60% y E2, 20%), en tanto que el 12% de los animales se agruparon en explotaciones de 5-15 cabezas, y el 8% en las de más de 15.



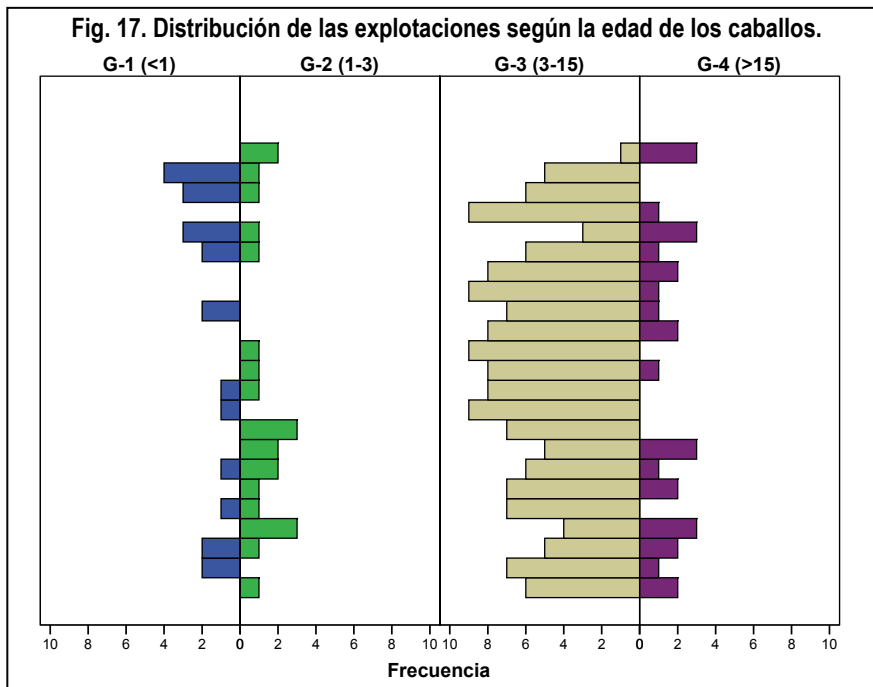
d) Raza de los animales

En las explotaciones en estudio se encontraron caballos de las razas Asturcón, CDE (Caballo de Deporte Español), Cruces, Pura Raza Árabe, Pura Raza Español, PRG (Pura Raza Galega) y Pura Sangre Inglés (Fig. 16). Teniendo en cuenta la posible existencia de animales de diferentes razas en la misma granja, se adoptó el criterio de la más abundante para clasificar las diferentes explotaciones. Las granjas con caballos resultado del cruzamiento de distintas razas fueron las más numerosas (41%), seguidas por las de CDE (24%) y las de caballo autóctono gallego (17%). Las explotaciones con razas selectas (PRE, PRÁ, PSI) representaron el 18%.



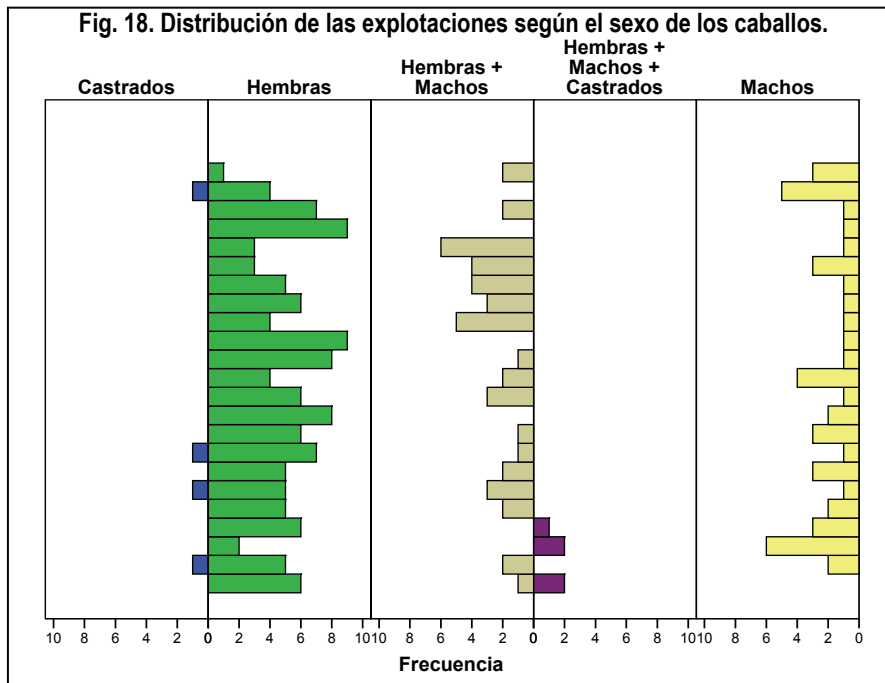
e) Edad de los caballos

En función de la **edad** de los équidos, se consideró su división en 4 grupos (<1 año, 1-3, 3-15 y >15). Al igual que en el caso anterior, la posible coexistencia de animales de diferente edad se solventó recurriendo a la presencia más numerosa. De este modo, se comprobó (Fig. 17) que la mayoría de las explotaciones tenían caballos adultos (3-15 años; 67%), mientras que había potros de 1 año (*yearlings*) en el 10%, de 1-3 años en el 10%, y caballos viejos (>15) en el 13% de las granjas.



f) Sexo de los caballos

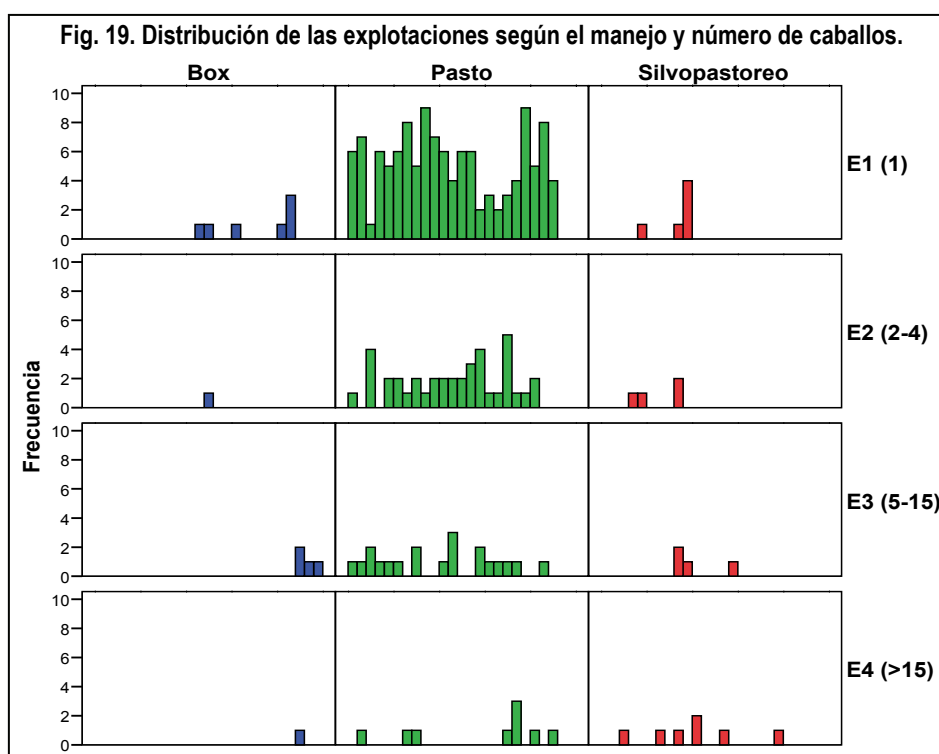
En la Figura 18 se representa la distribución de las explotaciones en función del **sexo** de sus caballos.



Aunque el calificativo *castrado* no define la condición sexual del animal, se optó por considerar este estado para facilitar la discusión posterior de los resultados. En la figura 18 se puede observar que en el 55% de las explotaciones sólo había yeguas, en el 21% machos, en el 20% machos y hembras y en el 4% ejemplares castrados.

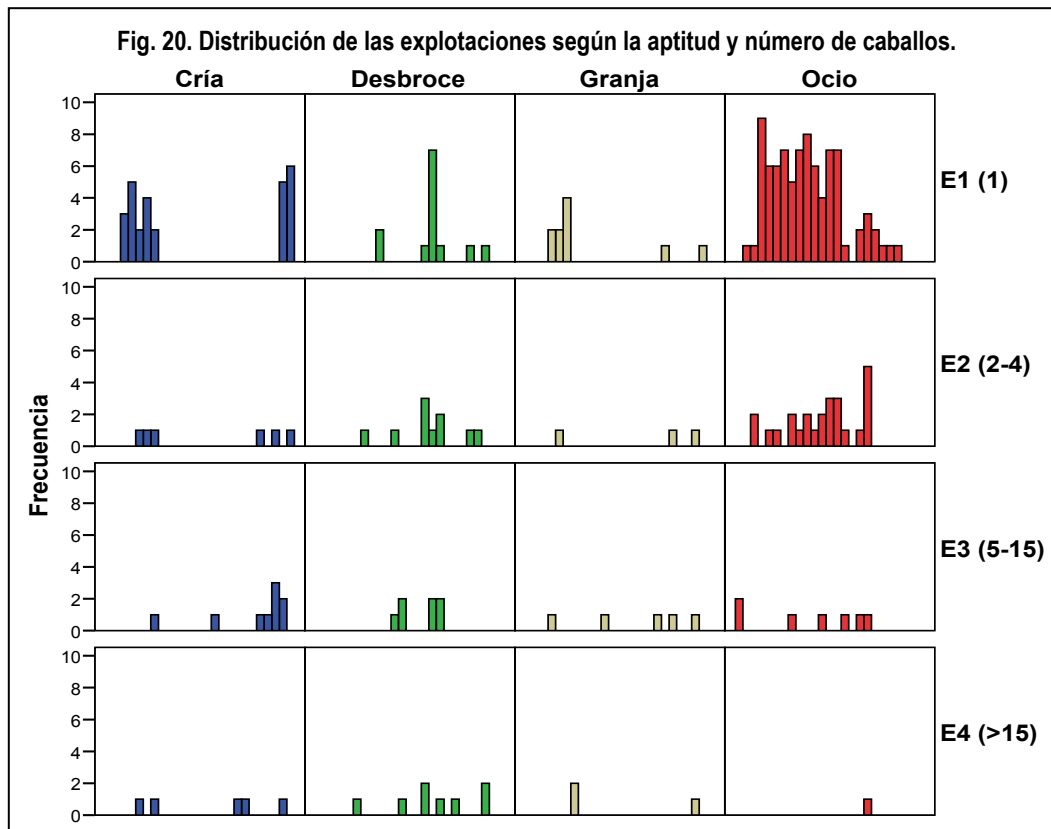
g) Manejo

La distribución de las explotaciones en función del **manejo** (mayoritario) de los caballos reflejó que en el 85% de las explotaciones los animales tenían acceso al pasto prácticamente todo el día, siendo alojados en boxes sólo ante condiciones climáticas muy desfavorables (Fig. 19). Este resultado se obtuvo independientemente del tamaño de la explotación. En el 9% de las granjas los caballos se mantenían en pastoreo en el monte (silvopastoreo), y sólo en un 6% los encuestados indicaron que sus equinos se encontraban de forma permanente en boxes. Estos resultados son similares a los observados por Lloyd *et al.* (2000) en Inglaterra; Nielsen *et al.* (2006b) en Dinamarca y Lind *et al.* (2007), en Suecia.



h) Aptitud

Como se puede observar en la figura 20, la mitad de las explotaciones equinas consideradas en el presente estudio están orientadas al ocio (53%), seguidas por las que se dedican a la cría de potros para su venta posterior o para la producción de carne (21%) (Fig. 20). Como caballos *de granja* (9% de las explotaciones) se recogen todas aquellas situaciones en las que los animales no suelen emplearse para el disfrute de sus dueños, quedando generalmente relegados a la realización de labores de mantenimiento de prados. Finalmente, en el 17% de las granjas los equinos en silvopastoreo desempeñan la actividad de desbroce, fundamental para el mantenimiento de áreas boscosas y forestales limpias y libres de biomasa vegetal altamente combustible, que supone un elevado riesgo para la aparición de incendios (López-Díaz *et al.*, 2009).



Si se considera el número de caballos, se observa que la mayoría de las explotaciones dedicadas al ocio tienen menos de 5 animales (E1 y E2), lo que indica que su representatividad respecto al número de cabezas es pequeño (10%). El 48% de los caballos en Galicia desarrollan labores de silvopastoreo, el 22% se dedican a cría, y el 20% son de *granja*.

Estos resultados ponen de manifiesto que la ganadería equina en Galicia ha experimentado un cambio significativo en su orientación: inicialmente dependía de su valor militar, como medio de transporte y fuente de trabajo agrario. Por el contrario, hoy en día casi la mitad de los caballos gallegos se han convertido en un importante aliado en la prevención de los incendios, reduciendo el combustible vegetal del sotobosque al mismo tiempo que incrementan la renta del monte, añadiendo la producción de carne a la de madera (Sánchez *et al.*, 2010). También es necesario destacar que con esta práctica se generan otros beneficios, como un mejor paisaje, transitabilidad por el monte más cómoda, mayor producción de setas, que redundan en un mayor aprovechamiento de los espacios naturales de esta región (Mosquera *et al.*, 2001).

Es importante destacar que la cría de caballos (para *vida* o para sacrificio) y la práctica de deporte con estos animales son actividades en aumento en el noroeste de España, lo que corrobora las nuevas tendencias en la explotación de ganado equino.

En las explotaciones equinas de Galicia, los animales no conviven con otras especies de ganado de renta, y en el 60% sólo hay 1 ejemplar. Predominan las hembras adultas, resultado de cruces de diferentes razas, que se dedican al ocio. No se observan periodos de cuarentena ni se realizan análisis coprológicos rutinarios.

3.3.2. Aplicación de medidas para el control parasitario

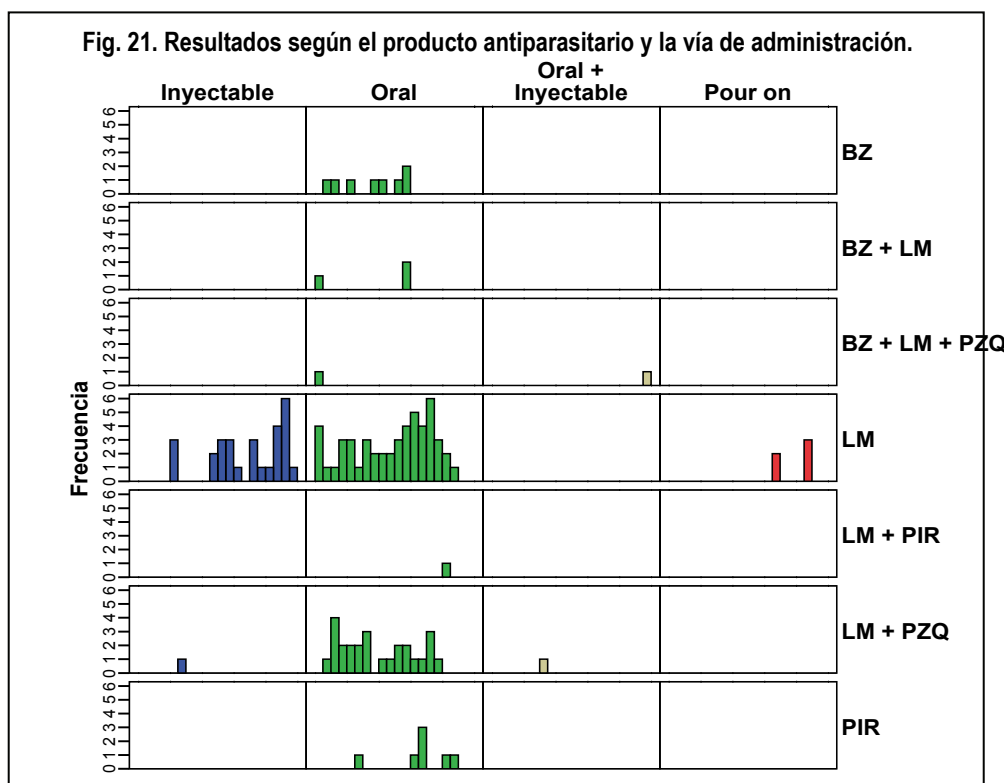
En el 59% ($n= 133$) de las explotaciones se aplican medidas para el control de los parásitos que afectan a los caballos, y estas medidas están basadas exclusivamente en la administración de fármacos antihelmínticos. Estos resultados coinciden con Soulsby (2007) y Edward y Hoffmann (2008) en Australia, Corning (2009) en Italia y Lind *et al.* (2007) en Suecia.

En el 19% de las encuestas no se pudo precisar si se aplicaba tratamiento. Ninguno de los propietarios contestó de forma afirmativa a la realización de análisis coprológicos para comprobar la eficacia del tratamiento antiparasitario administrado. Al contrario que en Gran Bretaña o Dinamarca donde sí se llevan a cabo (Lloyd *et al.*, 2000; Nielsen *et al.*, 2006b).

Las **lactonas macrocíclicas** son los productos antihelmínticos más empleados en el noroeste peninsular, administradas solas (63%) o junto con praziquantel (21%); a esta conclusión llegan muchos autores en otros estudios (Comer *et al.*, 2006; Edward y Hoffmann, 2008; Bonneau *et al.*, 2009; Corning, 2009). Los bencimidazoles se aplican en el 6% de las explotaciones, las sales de pirantel en el 5%, idéntico porcentaje al observado para la combinación de bencimidazoles + lactonas + sales de pirantel o praziquantel.

La **vía** más habitual para la **administración** de los antiparasitarios a los caballos resultó la oral (72%), seguida por inyectable (22%), *pour on* (4%) y mixta (2%).

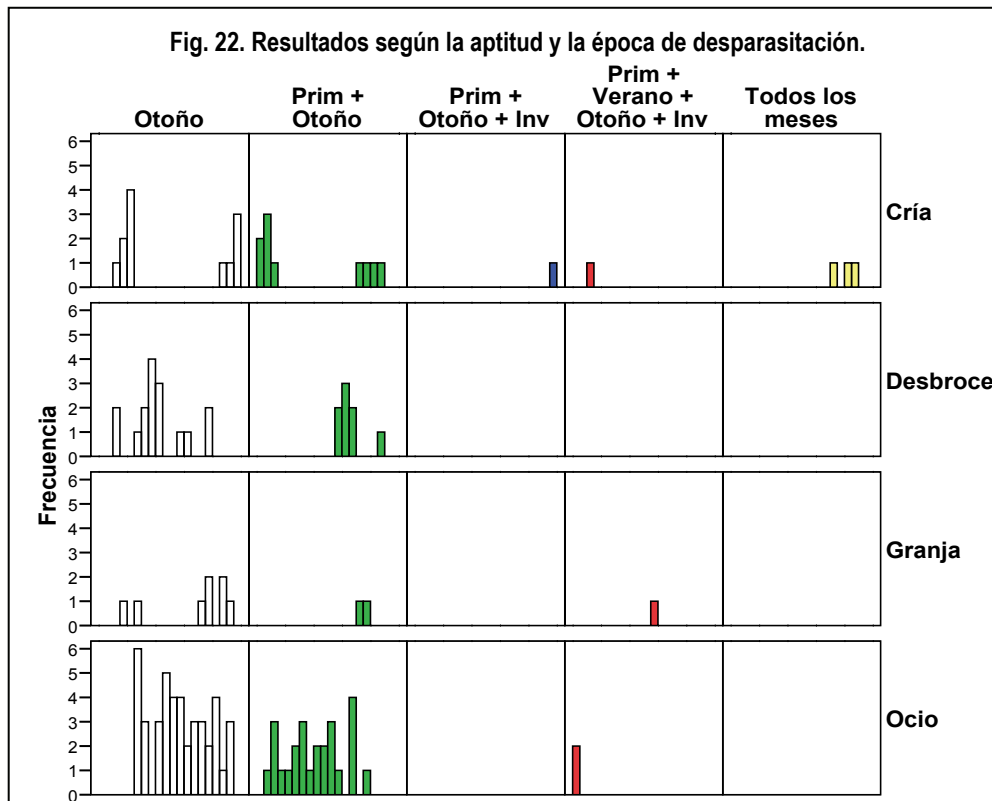
En la figura 21 se representa el análisis combinado del tratamiento de los equinos en función del **antiparasitario** y de la **vía de administración**. La aplicación de lactonas principalmente por vía oral e inyectable constituye la práctica más extendida para la desparasitación de los caballos, posiblemente porque estas formulaciones son las de mayor disponibilidad comercial y la única prescrita hasta el momento para ganado equino.



En trabajos recientemente desarrollados en la Cátedra de Parasitología e Enfermedades parasitarias de la Facultad de Veterinaria de Lugo (USC) (Sánchez, 2008; Francisco *et al.*, 2009c), se ha demostrado que la administración *pour on* de ivermectina resulta altamente eficaz para la desparasitación de equinos en silvopastoreo, y muy adecuada para animales bajo estas condiciones de manejo, puesto que no se requiere la inmovilización de los animales, lo que reduce de forma significativa las necesidades de personal y de tiempo, y con ello el coste del tratamiento.

Todos los propietarios de caballos y los veterinarios que administraron tratamientos afirmaron que la **estimación de la dosis empleada** se realizó mediante apreciación visual del peso del animal, y en ningún caso se empleó una cinta métrica, ni se utilizó una báscula, ni se recurrió al cálculo del peso medio de los équidos en el caso de manadas.

Al analizar la **época de desparasitación** de los equinos, se comprobó que existía un criterio bastante uniforme entre los profesionales responsables de estos animales, y que en el 59% de los casos se efectuaba en otoño y en el 34% en primavera y otoño. Estas son las épocas de tratamiento que Nielsen *et al.* (2006a), Lind *et al.* (2007) y Lloyd *et al.* (2000) demostraron ser más frecuentes en Dinamarca, Suecia y Reino Unido, respectivamente. Es importante destacar la administración de tratamiento antihelmíntico (lactonas macrocíclicas) **todos los meses** en el 3% de las explotaciones. Al representar estos resultados en función de la **aptitud** de las granjas se comprobó que esta última práctica basada en la administración de lactonas se lleva a cabo en explotaciones dedicadas a la *cría* de caballos (Fig. 22), probablemente en un intento de disminuir la infección por parásitos en los potros.



En esta figura también se puede analizar la reciprocidad entre la **aptitud** de los caballos y la **frecuencia de tratamientos**, dado que obviamente están relacionados. Los équidos destinados a cría son los que reciben mayor número de tratamientos, posiblemente debido a su valor económico, y también al objetivo de asegurar un crecimiento óptimo de los potros que proporcione un beneficio económico importante.

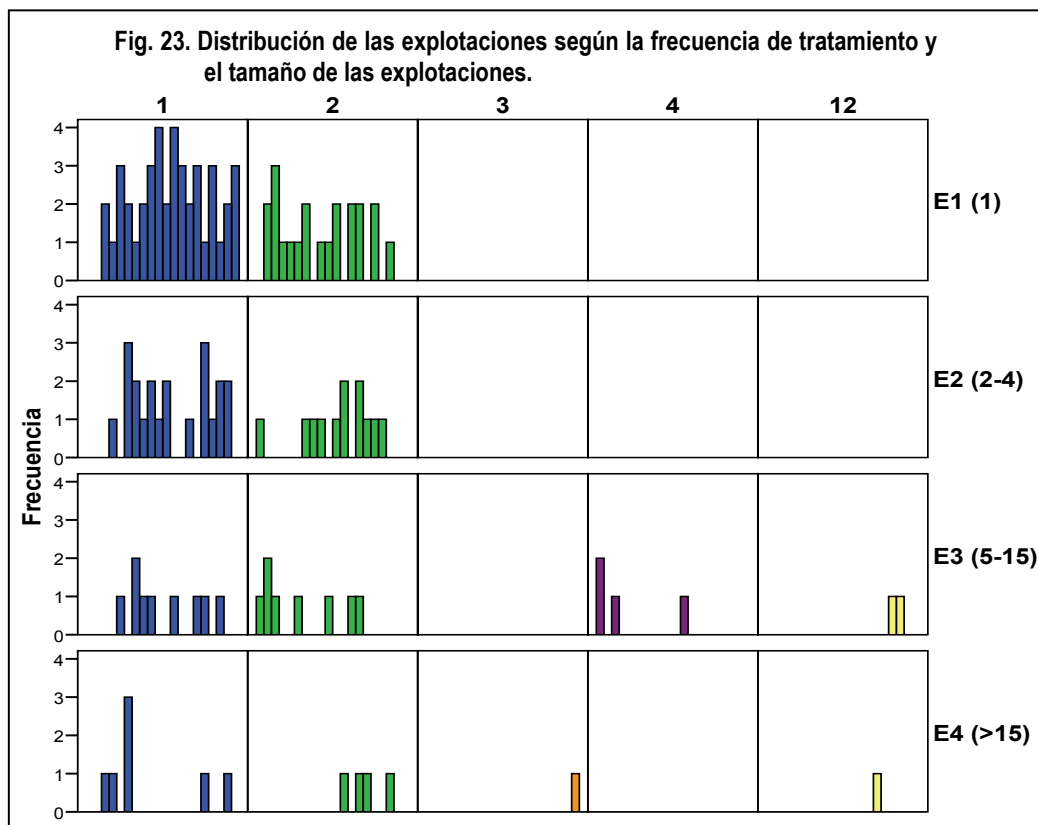
Los caballos en silvopastoreo y los de granja son los menos desparasitados (1-2 veces/año). En el primero de los casos, la dificultad del manejo de estos animales, especialmente en cuanto a su inmovilización, hace necesario un número elevado de personal cuando se trata de manadas grandes, y también de tiempo, lo que supone un notable coste económico (Francisco *et al.*, 2009b, d). En los últimos años la mayoría de los caballos de monte se desparasitan en verano coincidiendo con fiestas o reuniones populares conocidas como *A rapa das bestas*.

En el segundo caso (caballos de granja), posiblemente porque al no percibirse de forma directa el provecho de su actividad, los propietarios no consideren necesaria su desparasitación, o incluso pueda deberse a cierta “dejadez” de los propietarios o simplemente al desconocimiento del riesgo que supone para el animal tener una elevada carga parasitaria.

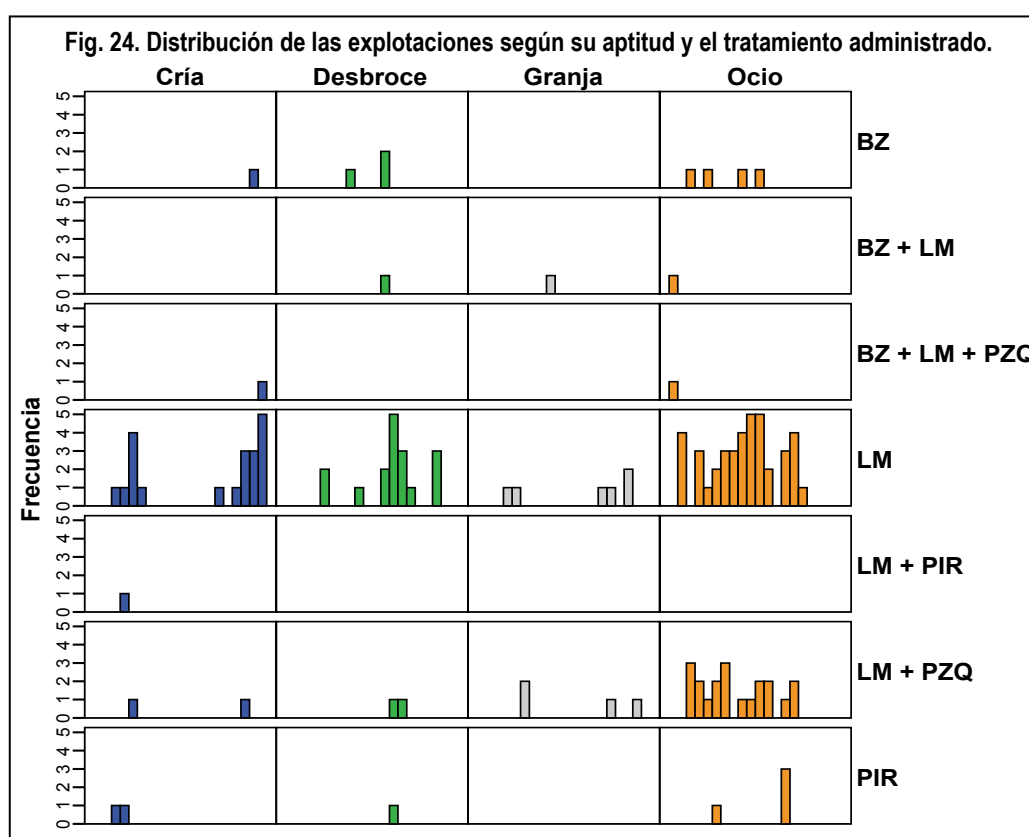
Entre las actuaciones que aumentan el riesgo de aparición de cepas de parásitos resistentes a antiparasitarios destacan la elevada frecuencia de tratamientos, el uso de fármacos con acción similar, o una excesiva rotación de los mismos (Larsen *et al.*, 2002; Von Samson-Himmelstjerna *et al.*, 2007; Molento *et al.*, 2008). También es importante considerar que una frecuencia elevada de tratamiento no permite que los animales adquieran inmunidad, que en el caso de los ascáridos se ha demostrado que es prácticamente completa (Reinemeyer y Nielsen, 2009).

En relación con el **tamaño** de las explotaciones, se demostró que la administración de tratamiento antiparasitario aumentaba con el número de caballos, y que el 47% de las granjas con 1 animal, el 75% con 2-4, y el 82% con más de 5 aplicaban antihelmínticos. Esto puede deberse a la orientación de las granjas más grandes a la cría y al silvopastoreo, que requiere de animales con un estado sanitario idóneo para obtener el máximo rendimiento económico posible.

En la figura 23 se representan los datos obtenidos acerca de la **frecuencia de aplicación** de tratamientos y el **tamaño** de las explotaciones. Se puede apreciar un claro agrupamiento de la periodicidad de desparasitación en función del número de caballos por explotación, resultando que en las más pequeñas (<5 animales) se administran 1 ó 2 tratamientos, mientras que la frecuencia se incrementa con el tamaño de la explotación.

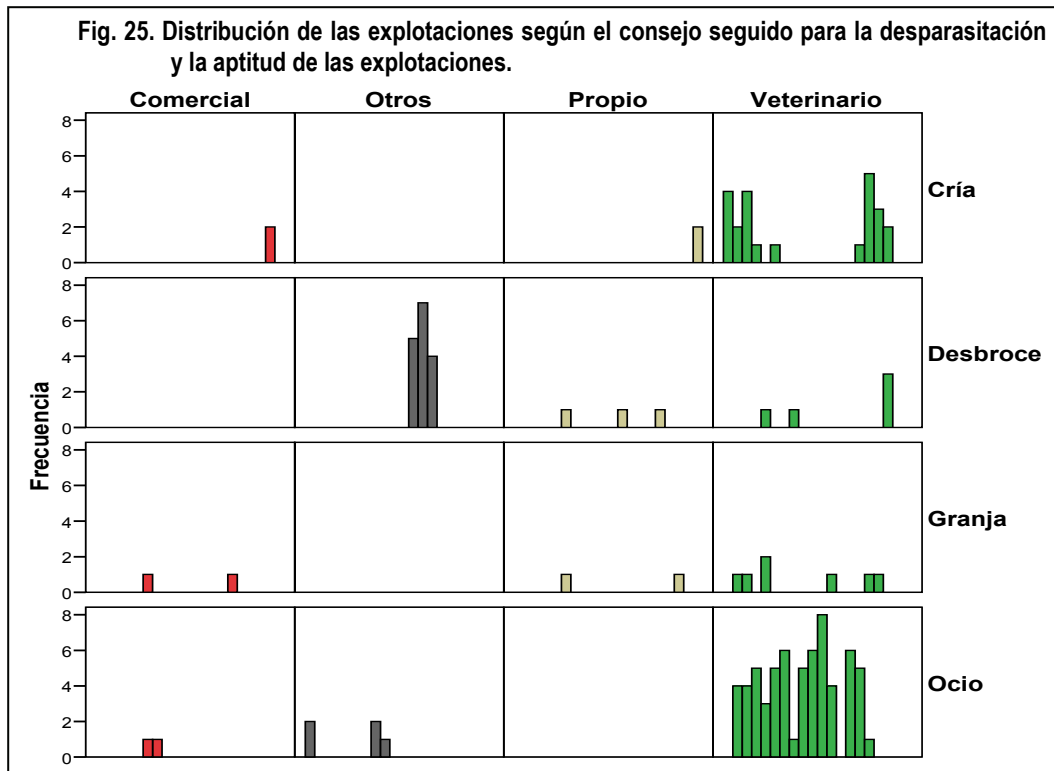


La administración de lactonas macrocíclicas representa la opción más empleada para la desparasitación de los équidos, como se puede comprobar en la figura 24. Resulta interesante destacar que en las explotaciones que se dedican a la cría, prácticamente sólo se utilizan las lactonas, a pesar de que no son eficaces frente a los cestodos. Aunque en los caballos destinados al ocio las lactonas también son las más frecuentemente utilizadas, se observa un importante porcentaje de poblaciones en las que se desparasita con una mezcla a base de ivermectina + praziquantel. Estos preparados suelen alcanzar un mayor precio, de modo que probablemente esta sea la causa más importante de la limitación de su uso.



El sector equino en el noroeste peninsular es un sector cada vez más profesionalizado, como lo refleja la figura 25, en la que se puede comprobar que el **consejo del profesional veterinario** es la recomendación más extendida para la desparasitación de los caballos (74%).

Algo similar sucede en Gran Bretaña y Dinamarca (Lloyd *et al.*, 2000; Nielsen *et al.*, 2006b). En el 16% de los casos se recurre a información proporcionada por amigos, familiares, vecinos etc., que se recoge bajo el epígrafe de *otros*. Es interesante destacar que este criterio es el que se emplea con mayor frecuencia con los caballos de menor valor económico (desbroce).



Finalmente, ninguno de los propietarios encuestados respondió afirmativamente a la cuestión planteada acerca del tratamiento antiparasitario de los caballos antes de introducirlos por primera vez en los pastos.

Los resultados de la encuesta indican que en el 60% de las explotaciones de ganado equino del noroeste peninsular se desparasitan los caballos siguiendo el consejo del profesional veterinario, que consiste en la administración de lactonas macrocíclicas por vía oral una vez al año (en otoño), y que la estimación de la dosis necesaria se realiza mediante estimación visual del peso del animal.

3.3.3.- Relación entre las características de las explotaciones, intensidad y prevalencia de parasitación

a) Parásitos helmintos

El porcentaje de explotaciones positivas a *P. equorum* fue 7%, 55% a estrongílicos, 3% a oxiúridos y 2% a cestodos (Tabla 9), resultados similares a los obtenidos Lind *et al.* (1999) y Larsen *et al.* (2002), en Suecia y Buckwell *et al.* (1995) en Australia.

Tabla 9.- Efecto del tamaño de la explotación sobre la infección por helmintos parásitos.						
	Nº caballos	1 (n= 135)	2-4 (n= 44)	5-15 (n= 28)	>15 (n= 17)	
Ascáridos	% Positivos	0	9	14	41	$\chi^2= 44'821$ $P= 0'001$
	Q1		68	55	100	$\chi^2= 2'085$ $P= 0'352$
	Q2		150	73	100	
	Q3		300	519	210	
	Media Hpg		173	215	140	F= 0'253 P= 0'781
DE		129	301	60		
Estrongílicos	% Positivos	42	70	71	88	$\chi^2= 23'783$ $P= 0'001$
	Q1	50	275	311	292	$\chi^2= 15'048$ $P= 0'002$
	Q2	200	700	566	429	
	Q3	650	1025	888	817	
	Media Hpg	492	745	654	546	F= 1'226 P= 0'303
DE	747	495	496	391		
Oxiúridos	% Positivos	0	2	0	29	$\chi^2= 51'120$ $P= 0'001$
	Q1		100		25	$\chi^2= 0'875$ $P= 0'350$
	Q2		100		225	
	Q3		100		844	
	Media Hpg		100		510	F= 0'208 P= 0'668
DE				833		
Cestodos	% Positivos	1	4	7	0	$\chi^2= 5'937$ $P= 0'115$
	Q1	50	50	50		$\chi^2= 1'5$ $P= 0'682$
	Q2	50	400	150		
	Q3	50	750	250		
	Media Hpg	50	400	150		F= 0'370 P= 0'787
DE		495	141			

En las explotaciones de mayor tamaño se obtuvo la prevalencia más elevada de parasitación por helmintos, y la más baja en aquellas que contaban sólo con un equino. Con Chi cuadrado se demostró que estas diferencias eran estadísticamente significativas para los ascáridos, estroongílicos y oxiúridos. Estos resultados parecen indicar que el número de equinos en la explotación influye en la posibilidad de infección por parásitos helmintos, que se incrementa con el tamaño de la explotación.

La intensidad de eliminación de huevos de ascáridos, estroongílicos y cestodos fue superior en las granjas con más de 5 caballos, aunque estas diferencias sólo resultaron estadísticamente significativas para los estroongílicos. Por el contrario, en las explotaciones más grandes (>15 caballos) se alcanzaron las máximas eliminaciones de huevos de oxiúridos, si bien es importante tener en cuenta que el método empleado (flotación) no es el adecuado para el diagnóstico de este nematodo.

La infección por oxiúridos se produce por ingestión de huevos con la larva 3 en su interior. Las hembras depositan sus huevos rodeados de una sustancia que los mantiene fuertemente adheridos a la mucosa perianal, y que resulta muy pruriginosa (Reinemeyer y Nielsen, 2009). Los animales tratan de aliviar el prurito rascándose contra todo tipo de superficies e incluso entre ellos mismos, repartiendo centenares de huevos con larvas infectivas en el ambiente. Se puede presuponer que en explotaciones con mayor número de animales, sin unas pautas de limpieza correctas, este fenómeno puede verse incrementado.

En el caso de los nematodos estroongílicos, en particular los ciatostómidos, las larvas pueden permanecer viables a lo largo de todo el año en los pastos, de modo que los équidos puedan infectarse prácticamente todo el año, en función de las condiciones climáticas (Kuzmina *et al.*, 2006). Cuanto mayor es la densidad de animales pastando por superficie de terreno, mayor puede llegar a ser la contaminación de los pastos.

Para los ascáridos sucede algo similar, dado que las larvas infectivas se encuentran en el interior de huevos que son muy resistentes a las condiciones ambientales (Reinemeyer y Nielsen, 2009).

La **administración de tratamientos antiparasitarios** no influyó en la prevalencia de parasitación por helmintos (Tabla 10) y los porcentajes más elevados se obtuvieron en las explotaciones que aplicaban fármacos antiparasitarios, salvo para los oxiúridos.

Tabla 10.- Relación entre desparasitación e infección por helmintos parásitos.					
Tratamiento		NO (n= 49)	SÍ (n= 133)	NS/NC (n= 43)	
Ascáridos	% Positivos	6	8	2	$\chi^2= 1'858$ $P= 0'395$
	Q1	50	75	83	$\chi^2= 1'364$ $P= 0'506$
	Q2	100	150	83	
	Q3	210	233	83	
	Media Hpg	120	190	83	F= 0'343 P= 0'716
DE	82	180			
Estronglidos	% Positivos	48	59	51	$\chi^2= 1'942$ $P= 0'379$
	Q1	300	144	359	$\chi^2= 1'998$ $P= 0'350$
	Q2	600	367	775	
	Q3	1552	719	442	
	Media Hpg	986	495	505	F= 5'415 P= 0'006
DE	1016	449	138		
Oxiúridos	% Positivos	4	2	2	$\chi^2= 0'520$ $P= 0'771$
	Q1	100	25	33	$\chi^2= 0'875$ $P= 0'646$
	Q2	250	225	33	
	Q3	400	1719	33	
	Media Hpg	250	656	33	F= 0'266 P= 0'779
DE	212	1023			
Cestodos	% Positivos	2	3	0	$\chi^2= 1'353$ $P= 0'508$
	Q1	250	25		$\chi^2= 2'400$ $P= 0'121$
	Q2	250	50		
	Q3	250	400		
	Media Hpg	250	180		F= 0'040 P= 0'851
DE		319			

En las explotaciones en las que se administraban antiparasitarios se alcanzaron las mayores cifras de eliminación de huevos de ascáridos, oxiúridos y cestodos, mientras que aquellas en las que no se desparasitan los caballos mostraron los valores más elevados de estrongídeos, observándose en este último caso diferencias estadísticamente significativas con ANOVA. Una explicación podría ser que el periodo de prepatencia para los nematodos estrongídeos equinos varía entre 6-12 semanas en el caso de los estrongídeos no migratorios en función de la especie y localización definitiva (Lyons *et al.*, 2002; Duncan *et al.*, 2002), y 6-12 meses en el caso de los nematodos del género *Strongylus* (Reinemeyer y Nielsen, 2009; Duncan *et al.*, 2002).

Con 2 ó mas aplicaciones de antiparasitario al año es imposible detectar huevos de estrongídeos migratorios en heces; si se aplican en la estación adecuada se puede disminuir la carga parasitaria de forma considerable en el resto de estrongídeos. En caballos con acceso a zonas de pasto o bien que se mantienen en éstos de forma continuada, resulta prácticamente imposible evitar la infección por este grupo de parásitos, y tampoco es aconsejable porque se eliminaría la posibilidad de desarrollar cierta inmunidad parcial (Klei y Chapman, 1999; Mercier *et al.*, 2001; Larsen *et al.*, 2002; Bonneau *et al.*, 2009).

Algunos autores no recomiendan desparasitar los potros con ascáridos mediante el uso de la ivermectina, bien porque ya han aparecido resistencias (Boersema *et al.*, 2002; Hearn y Peregrine, 2003; Lyons *et al.*, 2006; Schougaard y Nielsen, 2007; Slocombe *et al.* 2007; Veronesi *et al.*, 2009) o bien porque se obtuvieron mejores resultados con otros fármacos como las sales de pirantel (Slocombe *et al.*, 2007; Lyons *et al.*, 2007; Molento *et al.*, 2008; Lindgren *et al.*, 2008).

En la Tabla 11 se resumen los resultados en función del antihelmíntico empleado.

Tabla 11.- Efecto del producto antiparasitario empleado sobre la infección por helmintos.

Producto		Ascáridos	Estrongílicos	Oxiúridos	Cestodos
Bencimidaz (n= 8)	% Positivos	12	88	12	0
	Q1	233	100	350	
	Q2	233	175	350	
	Q3	233	700	350	
	Media Hpg DE	233 309	331 309	350 350	
Lactonas (n= 84)	% Positivos	11	57	2	5
	Q1	73	163	0	25
	Q2	150	440	100	50
	Q3	252	838	2175	400
	Media Hpg DE	195 199	563 501	758 1228	180 319
Sales de pirantel (n= 7)	% Positivos	0	57	0	0
	Q1		100		
	Q2		425		
	Q3		675		
	Media Hpg DE		400 303		
Bencimidaz + Lactonas (n= 3)	% Positivos	0	33	0	0
	Q1		500		
	Q2		500		
	Q3		500		
	Media Hpg DE		500		
Lactonas + Praziquantel (n= 28)	% Positivos	4	61	0	0
	Q1	100	125		
	Q2	100	267		
	Q3	100	642		
	Media Hpg DE	100 373	401 373		
Lactonas + sales de pirantel (n= 1)	% Positivos	0	0	0	0
	Q1				
	Q2				
	Q3				
	Media Hpg DE				
Bencimidaz + Lactonas + Praziquantel (n= 2)	% Positivos	0	50	0	0
	Q1		351		
	Q2		351		
	Q3		351		
	Media Hpg DE		351		

En las granjas que desparasitaban con bencimidazoles se obtuvieron las prevalencias más elevadas de infección por ascáridos, estrombóidos y oxiúridos, mientras que la administración de lactonas se asoció a los porcentajes más elevados de parasitación por cestodos.

La eliminación de huevos de ascáridos resultó superior en las granjas que aplicaban bencimidazoles, en tanto que aquellas que sólo empleaban lactonas macrocíclicas alcanzaron los mayores valores de eliminación por estrombóidos, oxiúridos y cestodos. Estas diferencias no resultaron significativas.

Reinemeyer y Nielsen (2009) recomiendan tratar los oxiúridos con pamoato de pirantel, tal vez porque los adultos no se alimentan de la mucosa intestinal, y porque al tener una escasa absorción, la mayores concentraciones de pirantel se alcanzan en heces, localización de los adultos y de la mayoría de estadios juveniles de *Oxyuris equi*.

Entre los encuestados, la ivermectina fue el fármaco de elección para el tratamiento de los cestodos. En diversos estudios se ha demostrado que los únicos antihelmínticos eficaces frente a este grupo son el praziquantel y las sales pirantel (Rehbein *et al.*, 2003; Holm-Martin *et al.*, 2005; Marchiondo *et al.*, 2006; Lind *et al.*, 2007; Reinemeyer y Nielsen, 2009).

La administración de un único tratamiento al año dificulta la reducción significativa de las poblaciones parasitarias, en especial en el caso de los ciatostómidos, que tienen un periodo de prepatencia muy corto. La ivermectina no afecta a las larvas inhibidas o enquistadas en la mucosa intestinal (Reinemeyer *et al.*, 2003; Corning, 2009), y han de emplearse febendazol durante 5 días consecutivos, y moxidectina (Deprez y Vercruysse, 2003; Schumacher *et al.*, 2009; Corning, 2009; Cobb y Boeckh, 2009), que no se utilizan en el área en estudio.

La aplicación de antiparasitarios por vía oral y *pour on* determinó una menor prevalencia de explotaciones con caballos parasitados por helmintos, demostrándose diferencias significativas para ascáridos y cestodos (Tabla 12).

Tabla 12.- Relación entre la vía de administración de antiparasitarios y la infección por helmintos.						
Vía		Oral (n= 96)	Inyectable (n= 29)	Oral + Inyectable (n= 2)	Pour on (n= 6)	
Ascáridos	% Positivos	5	14	50	7	$\chi^2= 10'406$ $P= 0'034$
	Q1	85	49	100	350	$\chi^2= 2'573$ $P= 0'462$
	Q2	150	113	100	350	
	Q3	194	538	100	350	
	Media Hpg	142	233	100	350	F= 0'452 P= 0'724
DE	62	293				
Estrongílicos	% Positivos	57	69	50	33	$\chi^2= 4'777$ $P= 0'311$
	Q1	125	181	835	100	$\chi^2= 5'255$ $P= 0'154$
	Q2	317	481	835	175	
	Q3	700	744	835	250	
	Media Hpg	474	566	835	175	F= 0'726 P= 0'540
DE	432	511		106		
Oxiúridos	% Positivos	2	3	0	0	$\chi^2= 0'550$ $P= 0'968$
	Q1	0	2175			$\chi^2= 1'333$ $P= 0'248$
	Q2	100	2175			
	Q3	350	2175			
	Media Hpg	150	2175			F= 94'630 P= 0'010
DE	180					
Cestodos	% Positivos	1	10	0	0	$\chi^2= 10'088$ $P= 0'039$
	Q1	0	50			$\chi^2= 0'833$ $P= 0'361$
	Q2	25	50			
	Q3	50	750			
	Media Hpg	25	283			F= 0'733 P= 0'455
DE	35	404				

Las explotaciones que administraban principalmente lactonas macrocíclicas por vía inyectable o inyectable + oral tuvieron los mayores porcentajes de parasitación. El análisis de la eliminación de huevos mostró que los valores más elevados se encontraban precisamente

en estas granjas. Esto puede deberse a que la administración de productos inyectables no asegura la aplicación de las dosis adecuadas de fármaco, puesto que están formulados especialmente para rumiantes; además debemos tener en cuenta que los propietarios contestaron que no pesaban ni utilizaban cintas métricas para estimar el peso de los animales, con lo que la subdosificación podía ser una de las causas.

La Tabla 13 recoge el examen de los resultados en función de la frecuencia de tratamiento y de su época de administración, debido a que ambas categorías son coincidentes. Por esta razón, en otoño se desparasita en todas las explotaciones que aplican un tratamiento; en primavera y otoño dos; primavera, otoño e invierno tres, primavera, verano, otoño e invierno cuatro, y cada mes cuando se tratan los caballos 12 veces al año.

El mayor porcentaje de equinos parasitados por ascáridos, strongílidos y cestodos se apreció en las explotaciones que aplicaban tratamientos antiparasitarios con mayor frecuencia. Sólo se detectaron equinos con oxiúridos en las granjas que trataban 1 ó 2 veces al año. Mediante Chi cuadrado se encontraron diferencias significativas para la infección por strongílidos y cestodos.

Los equinos que recibieron un tratamiento al año alcanzaron las mayores cifras de eliminación de huevos de strongílidos, oxiúridos y cestodos en las heces, mientras que al aplicar antiparasitarios cada mes se observaron las mayores eliminaciones de huevos de ascáridos, diferencias que resultaron en este caso significativas mediante ANOVA. Es interesante recordar que en estas explotaciones se administraban lactonas macrocíclicas a los equinos.

Tabla 13.- Relación entre la frecuencia de desparasitación y la infección por helmintos.							
Frecuencia		1 (n= 80)	2 (n= 45)	3 (n= 1)	4 (n= 4)	12 (n= 3)	
Ascáridos	% Positivos	7	7	0	25	33	$\chi^2= 4'265$ $P= 0'371$
	Q1	66	100		70	667	$\chi^2= 4'518$ $P= 0'211$
	Q2	125	233		70	667	
	Q3	151	350		70	667	
	Media Hpg	112	228		70	667	$F= 15'456$ $P= 0'002$
DE	48	125					
Estrongílicos	% Positivos	61	56	100	0	100	$\chi^2= 10'894$ $P= 0'045$
	Q1	205	75	351		150	$\chi^2= 4'293$ $P= 0'231$
	Q2	450	250	351		383	
	Q3	825	685	351		577	
	Media Hpg	567	373	351		370	$F= 1'162$ $P= 0'330$
DE	486	375			214		
Oxiúridos	% Positivos	2	2	0	0	0	$\chi^2= 0'207$ $P= 0'995$
	Q1	0	350				$\chi^2= 1'333$ $P= 0'248$
	Q2	100	350				
	Q3	2175	350				
	Media Hpg	758	350				$F= 0'083$ $P= 0'800$
DE	1228						
Cestodos	% Positivos	2	2	0	0	33	$\chi^2= 9'779$ $P= 0'044$
	Q1	0	50			50	$\chi^2= 0'833$ $P= 0'659$
	Q2	50	50			50	
	Q3	750	50			50	
	Media Hpg	267	50			50	$F= 0'160$ $P= 0'862$
DE	419						

Se ha comprobado la relación entre la elevada frecuencia de tratamientos por año y la presión de selección que supone para la posible aparición de cepas de parásitos resistentes a tratamientos químicos (Pascoe *et al.*, 1999). Algunas investigaciones han señalado la disminución del periodo de reducción de huevos con la ivermectina frente a estrongílicos, fundamentalmente ciatostómidos, y lo mismo sucede con en el caso de los ascáridos (Boersema *et al.*, 2002; Slocombe *et al.*, 2007; Lyons *et al.*, 2008a; Molento *et al.*, 2008).

La administración de antiparasitarios según el convencimiento propio significó las mayores prevalencias de ascáridos y oxiúridos (Tabla 14).

Consejo		Veterinario (n= 99)	Propio (n= 7)	Otros (n= 21)	Comercial (n= 6)	
Ascáridos	% Positivos	7	29	9	0	$\chi^2= 6'854$ $P= 0'144$
	Q1	70	75	100		$\chi^2= 0'505$ $P= 0'777$
	Q2	150	115	167		
	Q3	350	155	233		
	Media Hpg	218	115	167		F= 0'233 P= 0'797
DE	222	56	94			
Estrongídeos	% Positivos	55	86	71	100	$\chi^2= 11'480$ $P= 0'022$
	Q1	100	263	400	198	$\chi^2= 8'322$ $P= 0'040$
	Q2	275	481	700	279	
	Q3	640	769	925	686	
	Media Hpg	459	526	639	407	F= 0'706 P= 0'552
DE	488	349	383	316		
Oxiúridos	% Positivos	0	29	5	0	$\chi^2= 21'376$ $P= 0'001$
	Q1		100	350		$\chi^2= 2$ $P= 0'368$
	Q2		1138	350		
	Q3		2175	350		
	Media Hpg		1138	350		F= 0'229 P= 0'828
DE		1467				
Cestodos	% Positivos	4	0	0	0	$\chi^2= 2'795$ $P= 0'593$
	Q1	25				
	Q2	50				
	Q3	400				
	Media Hpg	180				
DE	319					

Las explotaciones que siguieron el consejo de establecimientos comerciales alcanzaron los porcentajes más elevados de parasitación por estrongídeos, y sólo se observaron cestodos en granjas asesoradas por profesionales veterinarios, que además suponen la mayor parte de los casos. Se demostraron diferencias significativas para los estrongídeos y los oxiúridos.

Las mayores eliminaciones de huevos de ascáridos y cestodos se obtuvieron en granjas que seguían el consejo del veterinario; las de estrogilidos en las que tenían en cuenta el criterio de personas allegadas (*otros*), y las de oxiúridos el juicio propio. No se encontraron diferencias significativas en la eliminación de huevos según el razonamiento seguido para la elección del antiparasitario.

b) Gasterófilos

Se encontraron caballos positivos mediante ELISA-GphL2 en el 53% de las explotaciones analizadas.

En función del **tamaño** de las granjas, la mayor seroprevalencia se obtuvo en las granjas con 5-15 caballos y la menor en las que contaban con más de 15 equinos. Estas diferencias no resultaron significativas.

El 59% de las explotaciones en las que se administraba algún **tratamiento** fueron positivas al ELISA, frente al 42% de las que no trataban. No se encontraron diferencias significativas.

La **frecuencia** (= época) de tratamiento, así como el antiparasitario empleado, no influyeron estadísticamente en la seroprevalencia de anticuerpos frente a los productos de excreción/secreción de *Gasterophilus*. Esto se debe a que, a pesar de que la familia de fármacos utilizada con mayor frecuencia por los propietarios encuestados fueron las lactonas macrocíclicas, la infestación es continua, sobre todo en los meses de mayo hasta septiembre (Sánchez-Andrade *et al.*, 2010) por lo que con uno o dos tratamientos anuales es normal obtener estos resultados de seroprevalencia.

Al analizar el efecto de la **vía de administración** sobre la presencia de IgG frente a GphL2 se comprobó que las explotaciones que aplicaban lactonas macrocíclicas “pour on” alcanzaban las prevalencias más bajas (17%), y cuando se hacía con inyectables, las más elevadas (76%). Con Chi cuadrado se obtuvieron diferencias significativas ($\chi^2= 10'252$, $P= 0'017$). Esto puede relacionarse con que la mayoría de los caballos que reciben tratamientos “pour on” suelen ser animales en silvopastoreo, de difícil manejo y se aprovecha la época de los “curros” hacia finales de verano, con lo que se eliminarían la mayoría de larvas de *Gasterophilus* que pudieran haber infestado a estos caballos. Son también estos mismos caballos los que suelen desparasitarse con productos inyectables y debido a la dificultad para poder inmovilizarlos es probable que no siempre reciban la dosis de antiparasitarios.

Las granjas que siguieron el **consejo** de “otros” mostraron las seroprevalencias más bajas (14%), en tanto que las más elevadas se encontraron en explotaciones que seguían los criterios del propietario de los animales (86%). Estas diferencias resultaron significativas ($\chi^2= 16'904$, $P= 0'001$).

El tamaño de las explotaciones (número de caballos) es el factor que más influye en la prevalencia de infección por helmintos parásitos, así como en la seroprevalencia de la miasis causada por *Gasterophilus*.

3.3.4.- Interpretación de resultados

a) Valores de OR

La estimación de los valores de OR para los casos en los que se obtuvieron diferencias significativas se recoge en la tabla 15. También se calculó la *fracción etiológica* para tratar de establecer el riesgo de desarrollar infección parasitaria en función del parámetro analizado.

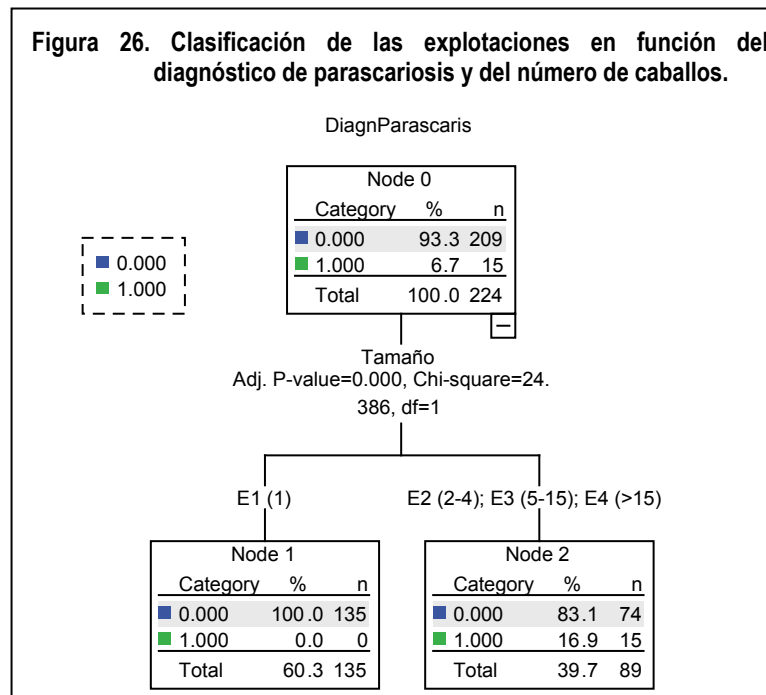
Tabla 15.- Factores de riesgo para la infección por parásitos en caballos.											
		Ascáridos		Estrongílicos		Oxiúridos		Cestodos		Gasterófilos	
		OR	FE	OR	OR	FE	FE	OR	FE	OR	FE
Tamaño	1	0									
	2-4	1'5	35%	2'3		56%					
	5-15	2'8	64%	2'3		56%					
	>15	17'4	94%	6'9		85%	85'8	99%			
Vía	Oral	0'3								0'5	
	Inyectable	2'2	55%							0'9	
	O + I	12'1	92%							3'7	73%
	Pour on	2'3	57%							0'2	
Frecuencia	1	1			0'7			0'7			
	2	0'7			0'6			0'6			
	3	1'6*	37%		0			0			
	4	1'7*	40%		0			0			
	12	1'7*	40%		21'2	95%		21'2	95%		
Consejo	Propio	4'5	78%							5'8	83%
	Veterinario	0'3	70%							2'2	54%
	Comercial	1'8*	44%							1'8	46%
	Otros	1'9	49%							0'1	

(* se refiere al valor de la razón de prevalencias)

Los factores que influyeron en la prevalencia de positividad a la infección por parásitos fueron el número de caballos en la explotación, la vía de administración de antiparasitarios, la frecuencia de tratamiento y el consejo seguido para la desparasitación de los equinos.

El riesgo de parasitación por **ascáridos** aumenta con el tamaño de la explotación, posiblemente porque la presencia de animales de diferentes edades y el hacinamiento favorecen el contacto con las fases infectivas (huevos con L2 en su interior) de *P. equorum*. La estrecha relación entre el número de caballos por explotación y el riesgo de infección por *Parascaris* queda demostrada con el valor del 94% para la fracción etiológica en explotaciones donde hay más de 15 animales, que significa que este es el porcentaje de equinos que pueden llegar a desarrollar la nematodosis en dichas granjas.

Mediante CHAID se establecieron dos grupos, uno formado por las granjas unitarias y otro por el resto (Fig. 26).



De este modo, se comprobó que no había caballos infectados por *P. equorum* en los establos más pequeñas (1 equino). En diversos estudios (Clayton y Duncan, 1978; Koudela y Bodecek, 2006; Reinemeyer y Nielsen, 2009) se ha demostrado que en los caballos se induce una respuesta inmunitaria importante frente a la infección por ascáridos. Los resultados obtenidos en el presente trabajo parecen indicar que la ascariosis en las explotaciones unitarias está completamente controlada merced a la administración de tratamientos antiparasitarios eficaces, y a la ausencia de otros equinos que puedan eliminar huevos al medio.

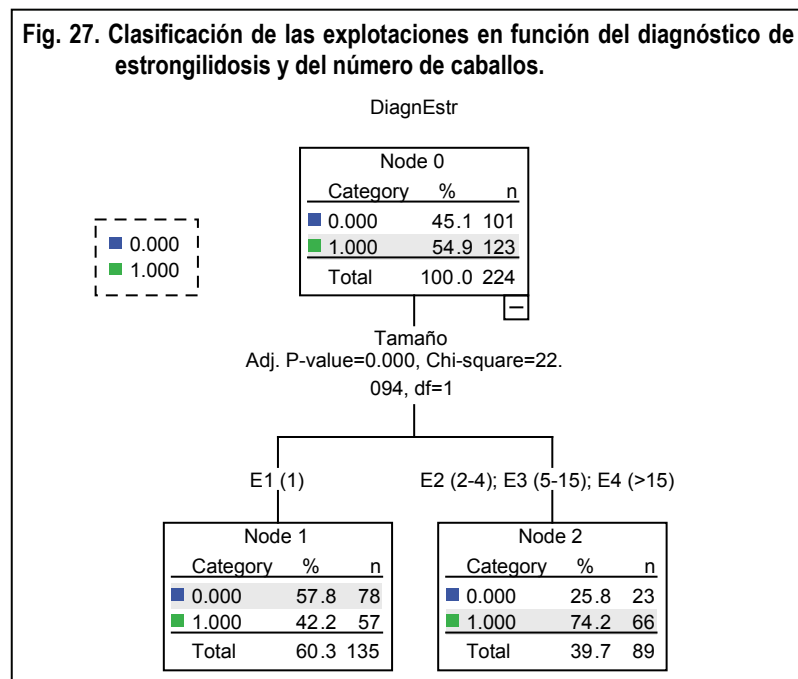
Notable importancia adquiere también la vía de administración de los antiparasitarios, que refleja la naturaleza del producto empleado. El valor de OR (12'1) y de FE (92%) cuando se aplican parasiticidas vía oral + inyectable sugiere que este procedimiento no resulta útil para reducir la carga parasitaria de los caballos, en comparación con los resultados obtenidos empleando sólo productos por vía oral.

El incremento de la frecuencia de tratamiento antiparasitario supone un aumento del riesgo de infección por ascáridos, como lo demuestran los valores de OR en torno a 1'7 obtenidos cuando se desparasita más de 3 veces al año, y una fracción etiológica del 40%. Esto podría deberse a que al incrementar el número de tratamientos se reducen las posibilidades de que los potros adquieran inmunidad, por lo que podrían llegar a convertirse en caballos adultos que eliminen cargas elevadas de huevos en las heces.

En las explotaciones en las que no se desparasitaban los caballos de acuerdo al criterio del profesional veterinario, se obtuvieron OR de 1'9 a 4'5, y el riesgo de parasitación por ascáridos oscila entre el 44% y el 78%. Resulta llamativo que cuando se administran tratamientos antiparasitarios según el propio discernimiento, casi el 80% de los caballos tienen riesgo de parasitismo por *Parascaris*, lo que refleja la ineficacia de este modo de proceder.

Del análisis de los resultados de **estrongilidosis** se apreció que el **tamaño de las explotaciones** constituía un factor de riesgo, especialmente en las granjas con más de 15 ejemplares, en las que existe un 85% de probabilidad de infección. Cuando hay 2-15 caballos por explotación, el riesgo es del 56%. Una posible explicación a estos resultados reside en el ciclo biológico de los estrongídeos, en el que las fases infectivas (L3) se desarrollan a partir de los huevos eliminados con las heces de caballos infectados, de ahí que un mayor número de caballos por explotación favorezca el contacto con las L3, debido a una mayor contaminación del medio.

Mediante CHAID se observaron 2 grupos de explotaciones según el diagnóstico de estrongilidosis, unitarias y aquellas con más de 1 caballo (Fig. 27).



El **número de caballos** por granja también resultó factor de riesgo para la infección por *Oxyuris equi*, observándose que prácticamente todos los animales (99%) de explotaciones con

más de 15 ejemplares podrían llegar a desarrollar este parasitismo, que suele estar asociado a condiciones de hacinamiento o a una elevada carga ganadera en los pastos.

La **elevada frecuencia de desparasitación** resultó un riesgo importante para la infección por **cestodos**, que se sustenta en la estimación de la FE (95%). Es importante tener en cuenta que en estas explotaciones se administraban lactonas macrocíclicas, que no tienen actividad significativa sobre los cestodos.

La administración de antiparasitarios por **vía inyectable** está asociado al riesgo de desarrollar anticuerpos frente a los antígenos GphL2 (OR= 3'7), al contrario de lo que sucede si se hace por *vía pour on*; esto podría deberse a que el vertido de la lactona en el dorso de los equinos no resulta "peligroso", y es posible asegurar la administración de la dosis adecuada (Sánchez, 2008; Francisco *et al.*, 2009c).

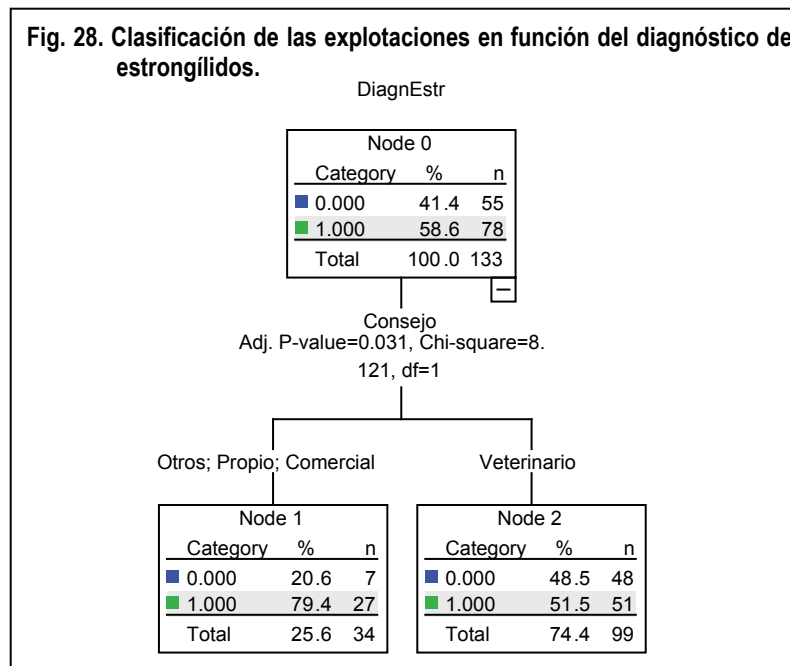
En las explotaciones que tienen en consideración el **conocimiento "propio"** existe un riesgo elevado de seroprevalencia positivas de IgG frente a *Gasterophilus*, que podría llegar a afectar al 83% de los caballos desparasitados conforme a este criterio.

El número de caballos en cada explotación es el principal factor de riesgo para la aparición de infecciones por ascáridos y estrogílidos.

b) Análisis multifactorial de la aplicación de tratamientos antiparasitarios (CHAID)

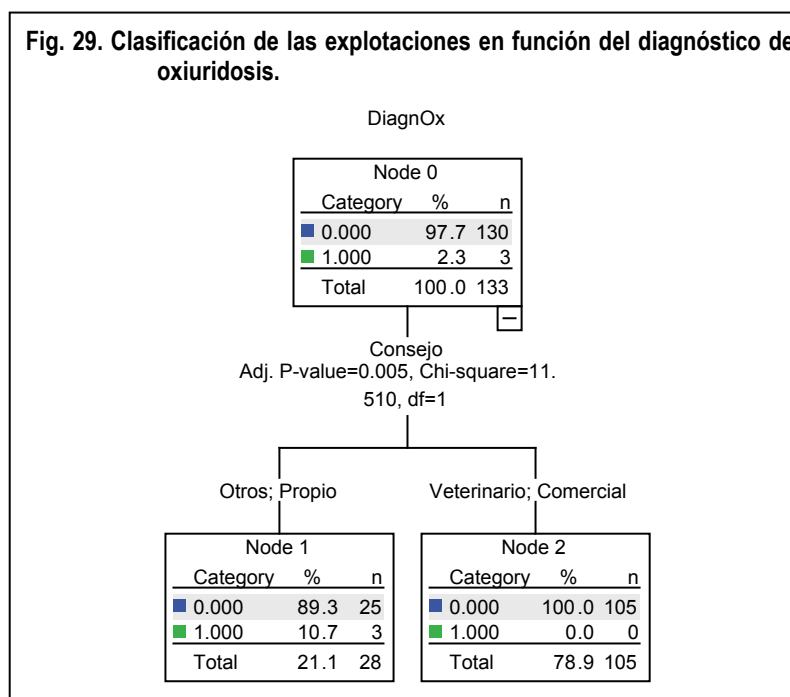
El análisis conjunto de la influencia del fármaco administrado, frecuencia, vía empleada y consejo observado, mostró que la infección por *P. equorum* era independiente de todos ellos.

En función del diagnóstico de **strongilidosis** y del **consejo** adoptado para la desparasitación de los caballos, se constituyeron dos grupos de granjas (Fig. 28), el de menor prevalencia formado por explotaciones asesoradas por veterinarios, y el de mayor, que aglutina al resto de opciones (propio, otros, comerciales).



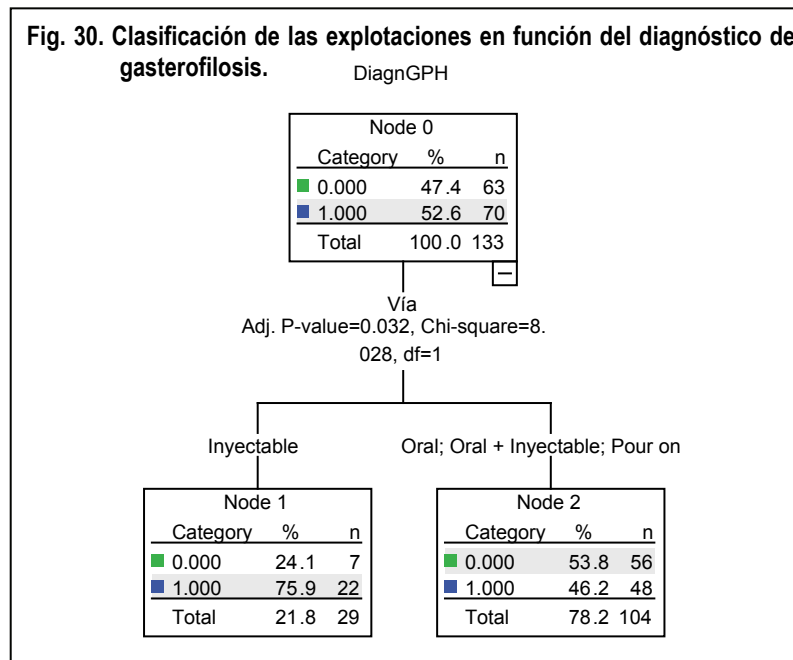
Estos resultados refuerzan la intervención del profesional veterinario en el control de las helmintosis digestivas parasitarias que afectan a los caballos del noroeste peninsular, como se demostró en otros países europeos (Lloyd *et al.*, 2000; Nielsen *et al.*, 2006b; Lind *et al.*, 2007).

En la figura 29 se representa el análisis múltiple del efecto del tratamiento antiparasitario en la prevalencia de oxiuridosis. De nuevo se observa que el seguimiento de consejos *no profesionales* da lugar a un grupo con elevada presencia de infección (explotaciones aconsejadas por personal no veterinario), y a otro formado por granjas asesoradas por veterinarios y establecimientos comerciales.



Cuando se analizó la prevalencia de cestodosis y la influencia de los diferentes parámetros asociados al tratamiento de los animales, no se encontró significación estadística, aunque se debe tener en cuenta que la detección de cestodos mediante análisis coprológicos no es la técnica de elección debido a la baja sensibilidad y a la escasa correlación entre el número de huevos detectados y el número de ejemplares parásitos presentes (Proudman y Edwards, 1992; Meana *et al.*, 1998).

Del análisis de los resultados de la seroprevalencia de gasterofilosis se comprobó (Fig. 30) que según la **vía de administración** empleada para la desparasitación de los caballos, las explotaciones se dividían en dos grupos principales, las que lo hacían por inyección (mayor seroprevalencia) y el resto.



Estos resultados parecen indicar que la administración de lactonas macrocíclicas en formulación inyectable tiene menos eficacia antiparasitaria que si se hace *pour on*. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que esta vía se ha empleado en especial en caballos en silvopastoreo, que se mantienen en condiciones desfavorables para el desarrollo del *Gasterophilus*.

El consejo seguido para el tratamiento de los caballos es el factor más influyente en la infección por estrongílicos y por oxiúridos, en tanto que la vía de administración está asociada a la aparición de infecciones por *Gasterophilus* spp.

CAPÍTULO IV: Control parasitario mediante quimioterapia

4.1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han estudiado y probado diferentes estrategias de control antiparasitario basadas esencialmente en la quimioterapia, con éxito variable. Se han descrito 3 familias de fármacos antihelmínticos para los caballos, bencimidazoles (febendazol, albendazol, oxbendazol), tetrahidopyrimidinas (sales de pirantel) y lactonas macrocíclicas (ivermectina y moxidectina, fundamentalmente), que presentan distinto nivel de eficacia, duración de actividad y espectro de acción frente a los diferentes parásitos y sus estadios (Molento *et al.*, 2008; Schumacher *et al.*, 2009).

Desde hace algunos años destaca el empleo de las lactonas macrocíclicas por su eficacia, seguridad y sobre todo por su amplio espectro de acción. Algunos estudios han indicado la aparición de resistencias sobre todo frente a ivermectina, que en muchos casos es debida al uso abusivo de fármacos antihelmínticos en el curso de la vida del caballo (Kaplan, 2002; Kaplan *et al.*, 2004; Corning, 2009).

En el capítulo III se profundizó en el conocimiento de las medidas que se desarrollan para el control de las enfermedades parasitarias que afectan al ganado equino del noroeste peninsular, destacando entre los factores de riesgo el número de caballos por explotación, la elevada frecuencia de desparasitación (vía inyectable) y la elección del fármaco siguiendo criterios personales del propietario.

En virtud de la ausencia de otras pautas y a tenor de los resultados obtenidos se deduce que en el área de estudio existe un cierto desconocimiento acerca de la idoneidad de implementar diferentes medidas, además de la quimioterapia, como puede ser la rotación de pastos, trasladando a los equinos tratados a zonas libres de formas parasitarias infectantes o con una densidad de pastoreo reducida.

En los capítulos I y II se demostró que las parasitosis más prevalentes en equinos estaban provocadas por nematodos estrogílicos y por gasterófilos. Por este motivo, y descartando este último grupo por la dificultad que entraña la valoración del tratamiento frente a esta miasis, se planteó el presente capítulo que trata de establecer la eficacia de diferentes productos antihelmínticos frente a ascáridos y estrogílicos. Con objeto de añadir más información acerca de la utilidad de la rotación de pastos, y de la importancia del criterio seguido para la desparasitación de los caballos, se seleccionaron diferentes explotaciones.

La idea central consistió en partir de las situaciones más frecuentes en el noroeste de España en cuanto a las pautas aplicadas para el control parasitario en caballos, y para plantear los siguientes **OBJETIVOS**:

- 1.- Estimar el efecto de bencimidazoles y sales de pirantel frente a ascáridos en potros desparasitados siguiendo el consejo veterinario y el propio.
- 2.- Evaluar la eficacia de bencimidazoles y lactonas macrocíclicas sobre la carga parasitaria (estrogílicos) en caballos en pastoreo.
- 3.- Determinar la influencia de la rotación de pastos en la eficacia de desparasitación con lactonas macrocíclicas administradas por vía oral.

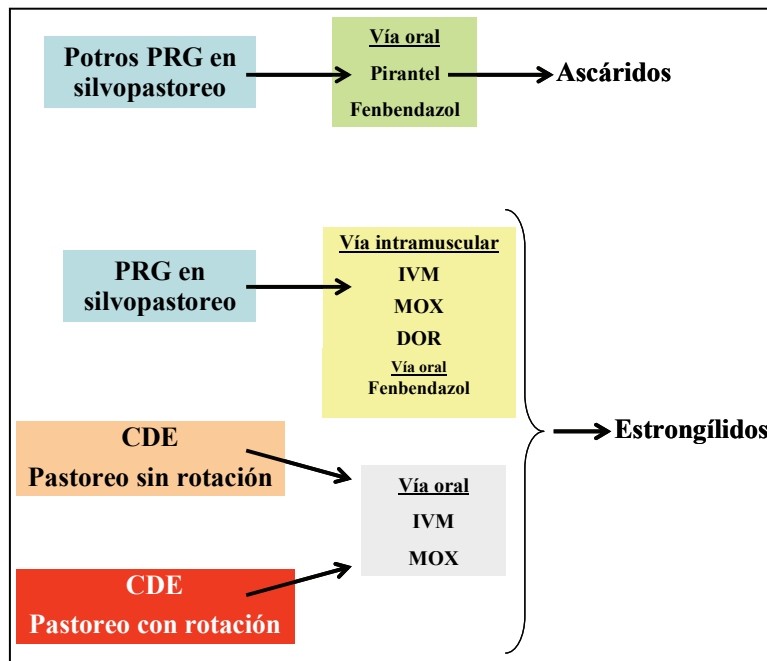
4.2.- MATERIAL Y MÉTODOS

Entre febrero de 2008 y noviembre de 2009 se tomaron muestras de heces de 15 grupos de caballos que se seleccionaron en función de la disponibilidad de los propietarios para desarrollar el presente estudio. Se tomaron muestras de equinos en explotaciones de Ortigueira, A Coruña (“Granxa do Souto”), Muras, Lugo (“Grupoportichol”), Carballo, Friol, Lugo (“Comunidad de Montes en Man Común de Carballo”) y de Chantada, Lugo, con las que se estableció un convenio de colaboración en función del cual se comprometieron a no desparasitar los caballos en los 6 meses previos al inicio del estudio ni durante su realización.

Los análisis coprológicos se realizaron tal como se ha explicado en el capítulo I.

4.2.1. Diseño experimental

El diseño de los diferentes estudios desarrollados se resume en el siguiente diagrama.



a) Actividad frente a nematodos ascáridos

Se utilizaron 27 potros Pura Raza Gallega (PRG) de menos de 2 años de edad y mantenidos en silvopastoreo. Dos semanas antes del inicio de cada estudio se comprobó que todos los animales eliminaban huevos de *Parascaris equorum* en las heces. Los equinos pertenecían a dos explotaciones con manejo diferente:

a.1.) En el mes de febrero de 2008, y asiguiendo las indicaciones de los propietarios, se emplearon 11 potros de la explotación Grupoportichol situada en el término municipal de Muras (Lugo), que se dividieron en 2 grupos:

G-1: 7 potros PRG tratados con 7'5 mg/Kg p.v. de fenbendazol (Panacur[®] 10% suspensión oral, Intervet, Madrid).

G-2: 4 potros PRG que permanecieron sin tratamiento como testigos de la experiencia.

En esta explotación se crían animales de raza autóctona, que se mantienen en régimen de silvopastoreo en una parcela de monte de más de 50 Ha que se encuentra vallada para evitar la entrada de depredadores. Los potros machos y los que no se ajustan al perfil de la raza se venden para su sacrificio en matadero. Los animales no reciben suplemento alimenticio, y la desparasitación de los caballos se realizaba hasta hacía 2 años según el criterio de los propietarios. Desde hace 2 años la Unidad de Parasitología de la Facultad de Veterinaria de Lugo (USC) presta asesoramiento para el control parasitario. La explotación dispone de una *manga* que facilita la obtención de las muestras de heces y de sangre.

a.2.) En el mes de septiembre de 2009, y de acuerdo con el profesional veterinario a cargo de la explotación, se seleccionaron 16 potros de una explotación de Friol (Lugo), y se establecieron 2 grupos:

G-3: 12 potros tratados con 38 mg de pamoato de pirantel/ kg. p.v. (Strongid[®], Pfizer, Madrid, España).

G-4: 4 animales que permanecieron sin tratar como testigos.

Estos animales se crían en silvopastoreo en una parcela de 60 Ha, rodeada por un cierre metálico para evitar la entrada de depredadores. Los animales no reciben suplemento alimenticio, y el veterinario diseña y aplica las pautas de control parasitario, en colaboración con miembros de la Unidad de Parasitología de la Facultad de Veterinaria de Lugo (USC) desde hace 2 años.

Se dispone de una *manga* para la recogida de muestras de estos animales.

b) Actividad frente a nematodos estrogílicos

Se evaluó la eficacia de bencimidazoles, sales de pirantel y lactonas macrocíclicas (administradas por vía oral e inyectable) en 96 caballos de 4-12 años. Dos semanas antes del inicio de cada estudio se comprobó que todos los equinos eliminaban huevos de estrogílicos a través de las heces. Los equinos pertenecían a tres explotaciones con manejo diferente:

b.1) Grupoportichol (Muras, Lugo):

Se utilizaron 54 caballos PRG mantenidos en silvopastoreo situados en el término municipal de Muras (Lugo), que se distribuyeron en 5 grupos:

G-5: 17 caballos tratados con 7'5 mg/Kg p.v. de fenbendazol (Panacur[®] 10% suspensión oral, Intervet, Madrid).

G-6: 10 animales desparasitados 1 ml/50 kg p.v. vía intramuscular de ivermectina 3'15% inyectable (Virbamec[®] Platinum[®], Virbac, España).

G-7: 10 animales desparasitados 1 ml/50 kg p.v. vía intramuscular de moxidectina 1% inyectable (Cydectin[®], Fort Dodge, Madrid).

G-8: 12 equinos que recibieron 1 ml/50 kg p.v. vía intramuscular de doramectina 1% inyectable (Dectomax[®], Pfizer, Madrid, España).

G-9: 5 animales que permanecieron sin tratar como testigos.

Los tratamientos se administraron en el mes de febrero de 2009, por necesidades del manejo de la explotación.

b.2) Granxa do Souto (Ortigueira, A Coruña):

En el mes de marzo de 2009 se seleccionaron 22 caballos CDE en pastoreo sin rotación (o muy poco frecuente):

G-10: 10 animales desparasitados con una dosis de 0'4 mg/kg p.v. de moxidectina 2% gel oral (Equest[®], Fort Dodge, Madrid).

G-11: 8 equinos tratados con 0'2 mg/kg p.v. de ivermectina gel oral (Eqvalan[®], Merial, Madrid).

G-12: 4 animales que permanecieron sin tratar como testigos.

Este ensayo se desarrolló en un club hípico, en el que los caballos se mantienen todos los días del año en praderas naturales próximas a un río, que asegura humedad constante en las 4 estaciones. No es frecuente la rotación de pastos.

b.3) Explotación Chantada (Chantada, Lugo):

Se seleccionaron 20 caballos CDE en pastoreo rotacional (cada 2 meses), que se dividieron en 3 grupos:

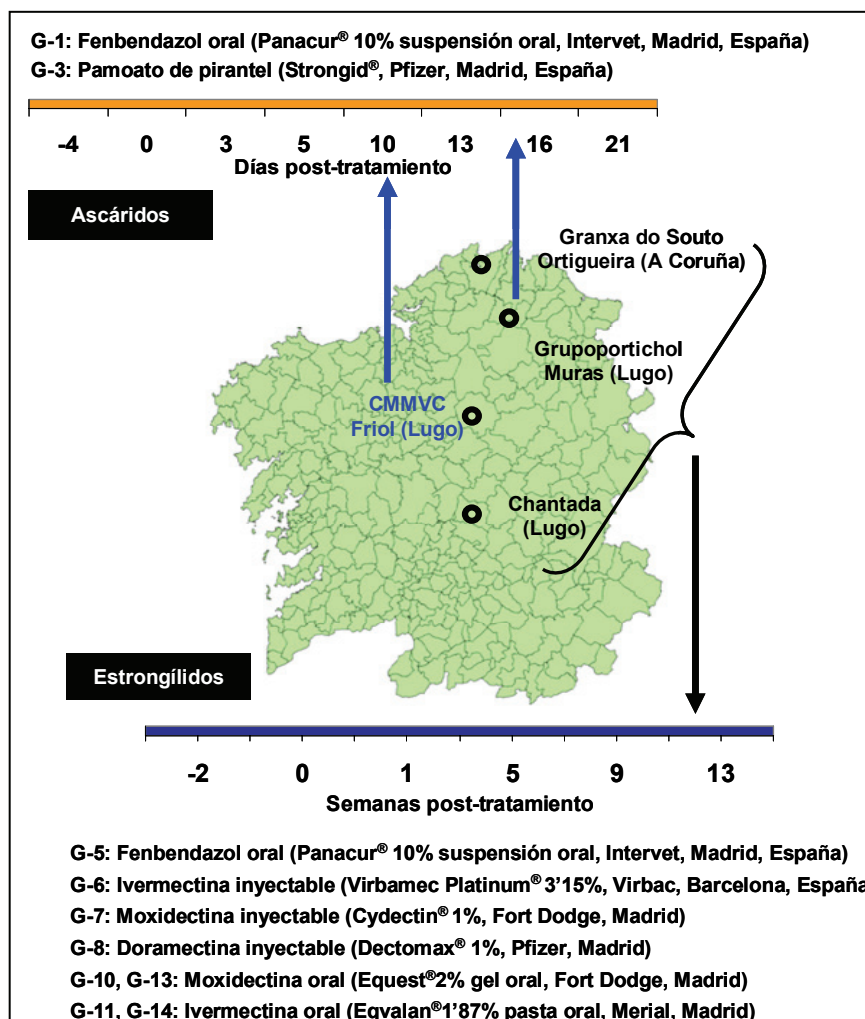
G-13: 7 animales desparasitados con 0'4 mg/kg p.v. de moxidectina al 2% gel oral (Equest[®], Fort Dodge, Madrid)

G-14: 9 equinos que recibieron 0'2 mg/kg p.v. de ivermectina gel oral (Eqvalan[®], Merial, Madrid).

G-15: 4 animales que permanecieron sin tratar como testigos.

Se emplearon caballos que pertenecen a particulares, y la desparasitación de los animales se llevó a cabo en el mes de marzo de 2009, y los caballos se trasladaron inmediatamente a un prado en el que no habían pastado caballos desde hacía 6 meses, y en el que frecuentemente se aplican diversas prácticas de manejo de los pastos como roturación o segado de la hierba.

El siguiente esquema resume la localización de las explotaciones empleadas y los tratamientos antiparasitarios dispensados.



4.2.2. Valoración del efecto de los antiparasitarios

Se determinó mediante el cálculo de la reducción de huevos en heces (porcentaje de eficacia 1, E1 o también denominado FECRT, *faecal egg count reduction test*) y del número de caballos positivos (porcentaje de eficacia 2, E2):

$$E1 \text{ (FECRT)} = \frac{\text{Nº huevos grupo testigo} - \text{Nº huevos grupo tratado}}{\text{Nº huevos grupo testigo}} \times 100$$

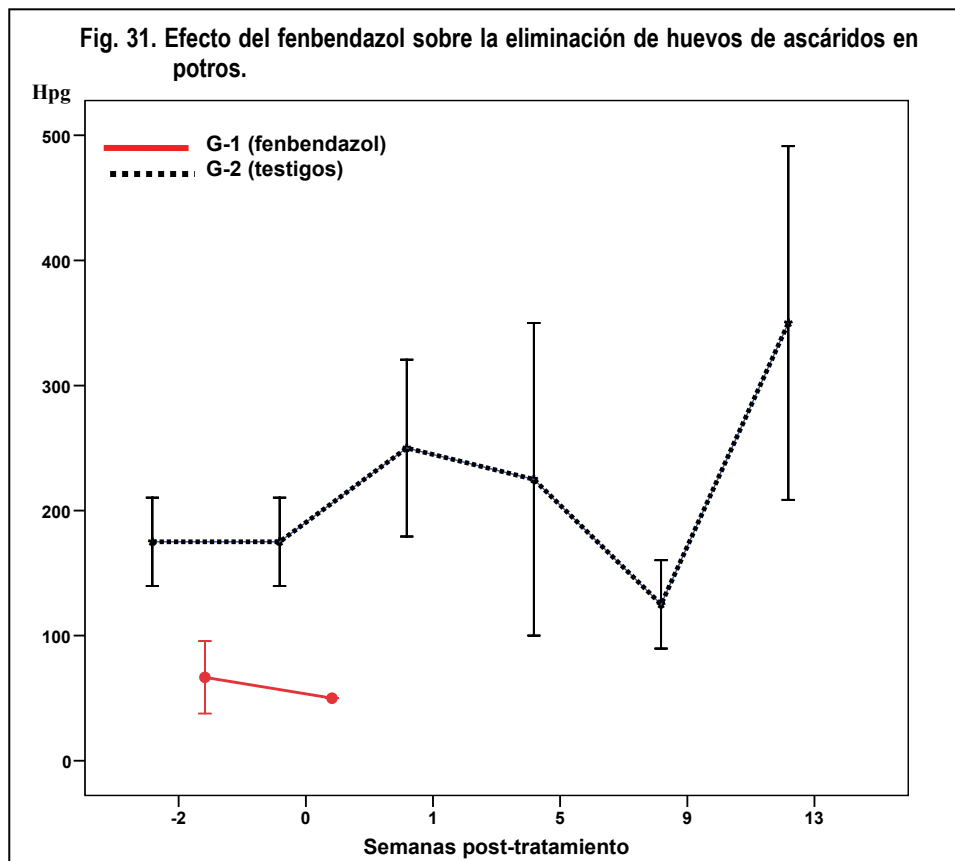
$$E2 = \frac{\text{Nº caballos positivos grupo testigo} - \text{Nº caballos positivos grupo tratado}}{\text{Nº caballos positivos grupo testigo}} \times 100$$

En la aplicación del FECRT (E1) se recomienda tomar muestras de heces en el momento de la desparasitación y a los 10-14 días post-tratamiento (Kaplan, 2004). Por ello, y con objeto de facilitar la discusión de los resultados obtenidos en el presente estudio con los de otras investigaciones, en todos los ensayos se tomó una muestra de heces a los 10 días post-tratamiento (1ª semana post-tratamiento).

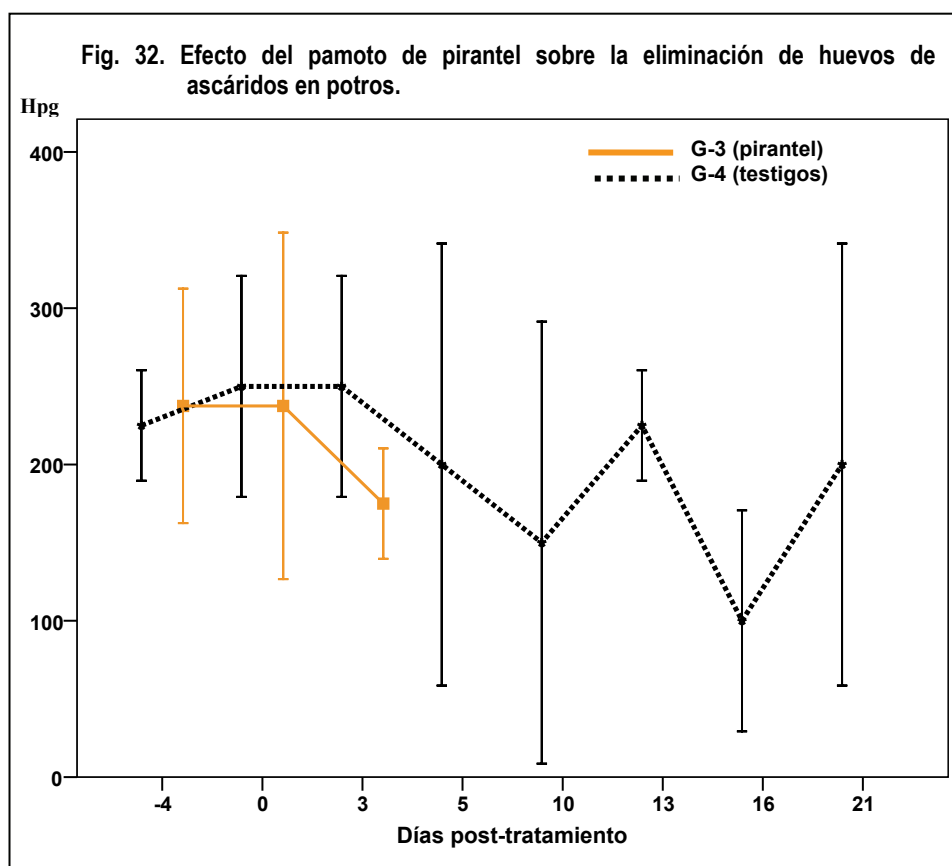
4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.3.1. Actividad frente a nematodos ascáridos

En la figura 31 se representan los resultados de la administración del **fenbendazol** frente a nematodos ascáridos, pudiéndose comprobar que a la semana siguiente al tratamiento no se observaron huevos de *P. equorum* en las heces de ninguno de los potros del G-1, por lo que los porcentajes de eficacia E1 y E2 resultaron del 100%. Estas diferencias resultaron estadísticamente significativas ($\chi^2= 4'767, P= 0'001$).



El tratamiento de los potros con **pamoato de pirantel** también resultó completamente eficaz (Fig. 32), y a la semana siguiente no se observaron huevos de ascáridos en las heces de los equinos del G-3. Los valores de E1 resultaron del 25% a los 3 días post-tratamiento, y del 100% a partir de este día. Los porcentajes de E2 fueron del 100% desde el 3^{er} día de la aplicación del antihelmíntico.



Estos resultados coinciden con los obtenidos tras la aplicación de bencimidazoles y sales de pirantel en caballos de Canadá (Slocombe *et al.*, 2007), Estados Unidos (Lyons *et al.*, 2007), Ucrania (Kuzmina y Kharchenko, 2008), Suecia (Lindgren *et al.*, 2008) y Brasil (Molento *et al.*, 2008). Lyons *et al.* (2008b) obtuvieron eficacias del 84% con el fenbendazol y del 0% con una dosis de 6'6 mg/Kg p.v. pamoato de pirantel; al emplear 13'2 mg la eficacia resultó del 23%, inferior a la empleada en el presente trabajo (se utilizaron 38 mg).

Con la administración de lactonas macrocíclicas no se han obtenido resultados tan contundentes, y en algunos casos se ha llegado incluso a mencionar la existencia de cepas de *P. equorum* resistentes a la ivermetina (Boersema *et al.*, 2002; Hearn y Peregrine, 2003; Lyons *et al.*, 2007; Slocombe *et al.*, 2007; von Samson-Himmelstjerna *et al.*, 2007) y también frente a la moxidectina (Trawford *et al.*, 2005; Edward y Hoffman, 2008).

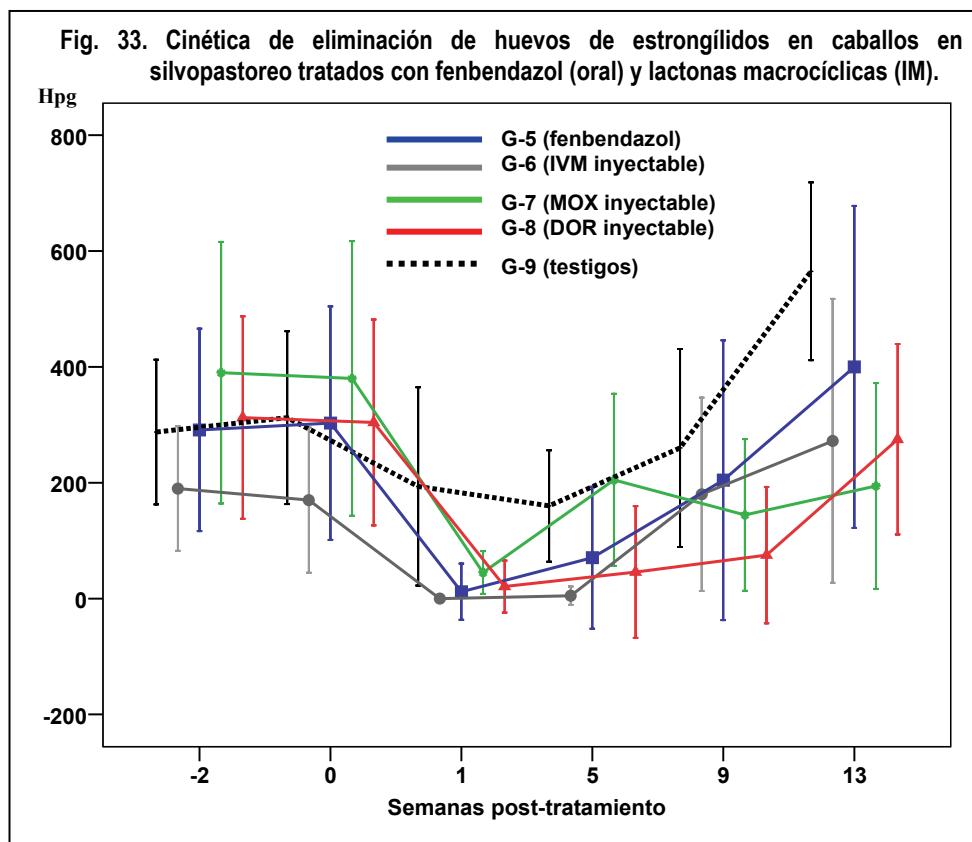
La administración de fenbendazol o de sales de pirantel resultó completamente eficaz frente a los nematodos ascáridos en potros en régimen de silvopastoreo.

4.3.2. Actividad frente a nematodos estrogílicos

a) Caballos en silvopastoreo (Grupoportichol, Muras, Lugo)

Los resultados obtenidos tras la administración de **bencimidazoles** y **lactonas macrocíclicas** (inyectables) frente a nematodos estrogílicos en caballos de Muras se muestran en la figura 33. La eliminación de huevos de estrogílicos descendió a la siguiente semana del tratamiento con fenbendazol vía oral (G-5), y con ivermectina (G-6), moxidectina (G-7) y doramectina (G-8) inyectables, pero estas diferencias no resultaron significativas.

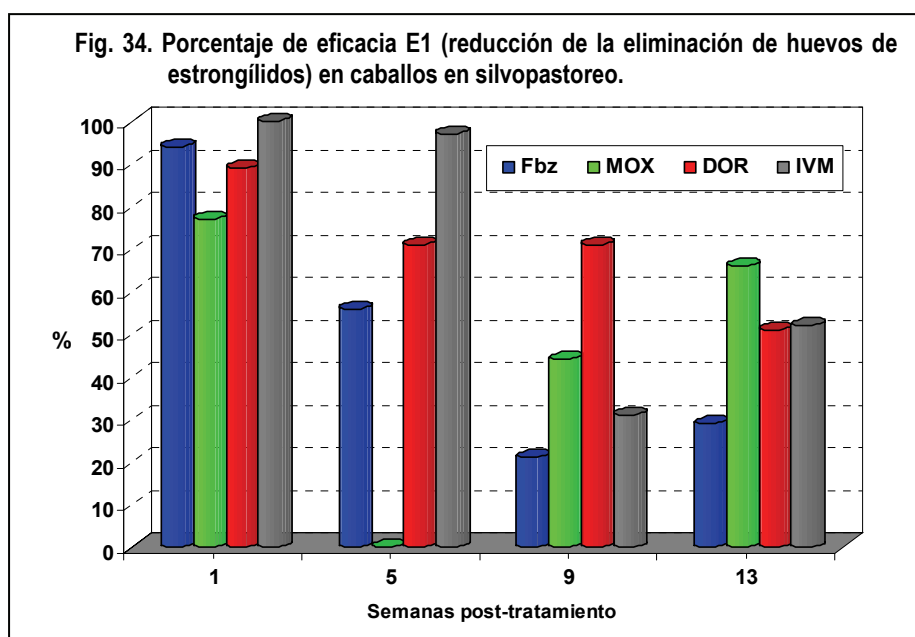
Los resultados obtenidos con el fenbendazol a la semana siguiente del tratamiento coinciden con los de Lyons *et al.* (2007) quienes encontraron una eficacia del 100% frente a estrogílicos en un estudio mediante necropsia. En algunos estudios se ha indicado la aparición de resistencia en ciatostómidos frente a bencimidazoles y praziquantel (Campos Pereira *et al.*, 1991; Chapman *et al.*, 1996). En Turquía, Cirak *et al.* (2004) encontraron resistencias a este fármaco en caballos que recibían de media 4-6 tratamientos al año (77'4% eficacia), al igual que Lind *et al.* (2003, 2007) en Suecia (FECRT= 72% a los 14 días postratamiento), y Slocombe *et al.* (2007) en Canadá, Molento *et al.* (2008) en Brasil, y Traversa *et al.* (2009) en Italia.



En los caballos desparasitados con ivermectina (G-6) y doramectina (G-8) se hallaron las cifras más bajas de huevos por gramo de heces, y las más altas en el grupo que recibió fenbendazol (G-5). Se establecieron diferencias significativas entre los animales tratados con ivermectina (G-6) y moxidectina (G-7) ($U = -2'528$, $P = 0'011$).

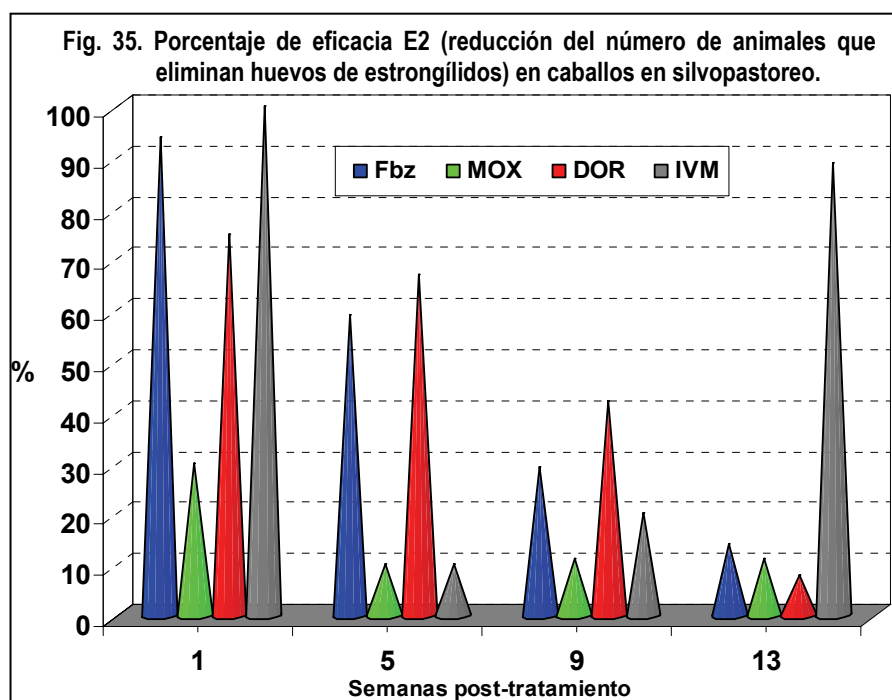
La eficacia del fenbendazol resultó inferior a la esperada, teniendo en cuenta que estos caballos no se desparasitaban con este fármaco desde hacía varios años, y lo hacían exclusivamente en febrero, por decisión del gerente de la ganadería. Antes de considerar la posibilidad de resistencia, es importante tener en cuenta que se trata de animales adultos y con manejo difícil (muerden, cocean, resulta imposible colocar cabezadas) con lo que la aplicación de productos orales es muy difícil (Sánchez, 2008), de modo que no es posible

asegurar la toma correcta. También hay que considerar que el febendazol sólo es eficaz frente a las fases inhibidas y enquistadas en la mucosa si se aplica durante 5 días consecutivos (Lyons y Tolliver, 2003). En este estudio todos los antiparasitarios se aplicaron en una sola dosis. Por ello, la reducción del recuento de huevos en las heces durante las 5 primeras semanas postratamiento parece deberse a la eliminación de los parásitos adultos; la reaparición de huevos de strongílidos en especial a partir de las 9 semanas postratamiento podría indicar la maduración de las larvas enquistadas, y de las ingeridas con el pasto.



Mediante Kruskal-Wallis se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre las cifras de eliminación de huevos de strongílidos de los caballos tratados y los testigos ($\chi^2 = 20'834$, $P = 0'001$). Los porcentajes de eficacia E1 más elevados se obtuvieron en la semana 1 post-tratamiento (Fig. 34), oscilando entre el 100% con la ivermectina inyectable y el 77% con la moxidectina.

De la comparación de las figuras 33 y 35 se demuestra que la administración por vía oral de fenbendazol y de ivermectina, moxidectina y doramectina por vía intramuscular, reduce la eliminación de huevos a la primera semana postratamiento. El periodo de reaparición de huevos en heces más largo se observó en los grupos tratados con doramectina e ivermectina; se ha señalado que la concentración en plasma y la distribución en los tejidos de los caballos son mayores con la moxidectina, lo que podría explicar la extensión del periodo de reaparición de huevos en heces (Cobb y Boeckh, 2009).



La representación de los valores del E2 en la figura 35 muestra que la administración de la ivermectina por vía inyectable redujo totalmente la presencia de caballos positivos por coprología en la 1ª s.p.tr, y en un 75% en el grupo tratado con doramectina. Resulta notable por inesperado el 30% alcanzado tras la aplicación de moxidectina. La actividad de la ivermectina resultó más prolongada.

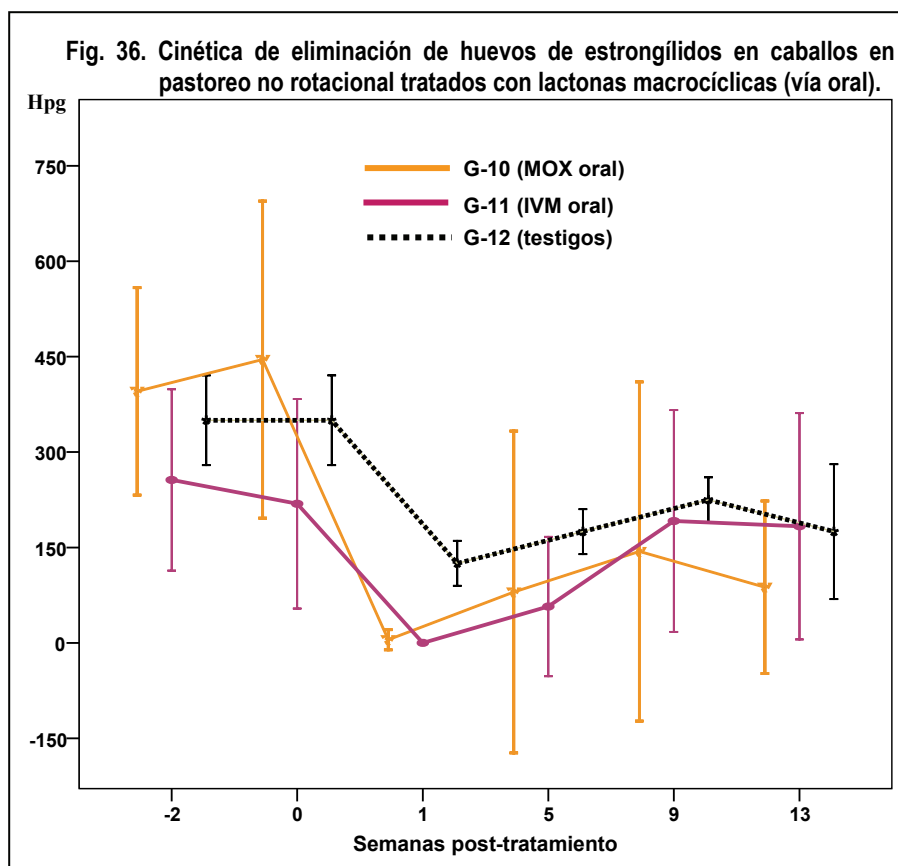
Hasta la fecha, el número de estudios realizados con formulaciones inyectables es escaso. Davies y Schwalbach (2000) en Sudáfrica obtuvieron un 95% eficacia con la doramectina a los 14 dpt, y un 80% con el fenbendazol. Matthee (2003) señaló que la administración intramuscular de doramectina y moxidectina (0'2 mg/Kg p.v.) no afectaba a la eliminación de huevos. En el presente estudio, con la doramectina se observó que el 70% de los caballos eran negativos a la coprología. Es importante destacar que el trabajo se desarrolló en caballos en silvopastoreo, que se alimentan en áreas donde la densidad de animales por hectárea es elevada, lo que puede facilitar la reinfección de los animales.

b) Caballos en pastoreo sin rotación (Granxa do Souto, Ortigueira, A Coruña)

En los caballos mantenidos en pastoreo sin rotación y que se trataron con ivermectina vía oral (G-11), la eliminación de huevos de strongílidos se suprimió 1 semana después del tratamiento (Fig. 36), en tanto que en los que recibieron moxidectina (G-10) por idéntica vía se observó una reducción significativa en el mismo periodo ($U = -3'710$, $P = 0'001$). Con el test de Kruskal-Wallis se determinaron diferencias entre los grupos tratados y el testigo ($\chi^2 = 13'580$, $P = 0'001$).

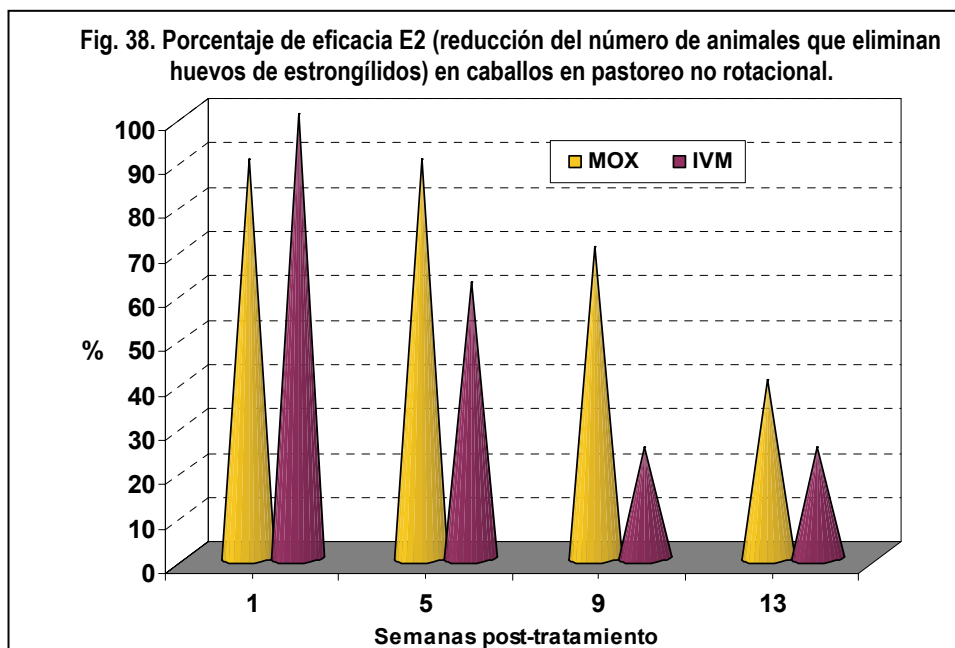
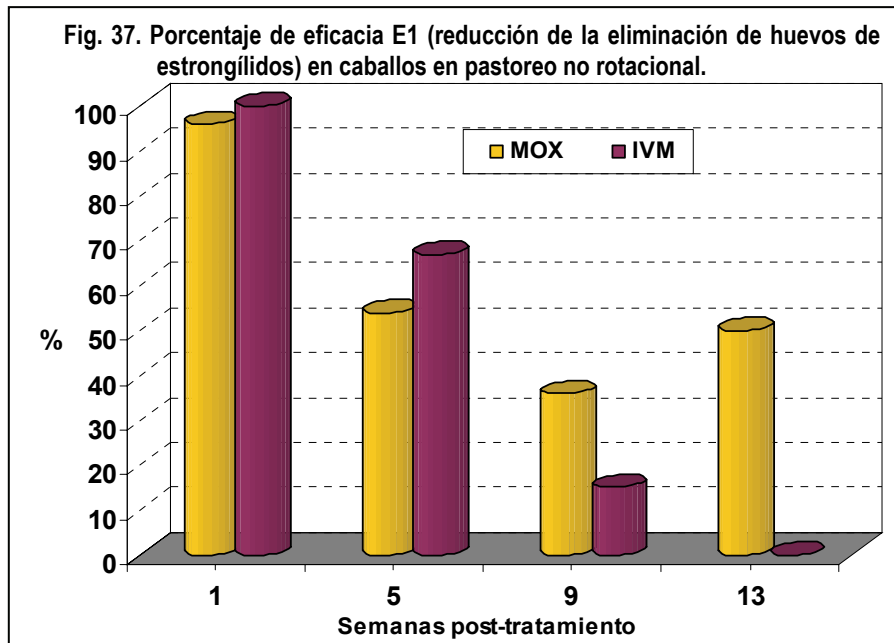
Estos resultados coinciden en parte con los obtenidos por Cirak *et al.* (2004), Comer *et al.* (2006) y Cobb y Boeckh (2009), aunque estos autores obtuvieron una eficacia del 100% para la moxidectina.

En los últimos años se ha detectado que en algunos países la eficacia de ivermectina y moxidectina es inferior a la esperada, lo que apunta hacia el desarrollo de posibles resistencias (Cleale *et al.*, 2006; Trawford *et al.*, 2005; Molento *et al.*, 2008). Edward y Hoffmann (2008) señalaron que al tiempo que se desarrollaban resistencias frente a la ivermectina, se reducía el periodo de reaparición de huevos heces de caballos tratados con moxidectina. En el presente estudio no se apreciaron diferencias significativas en la eliminación de huevos de strongílidos entre los dos grupos de equinos tratados, y las cifras más elevadas se alcanzaron en el G-10.



En la figura 37 se resumen los valores del índice de eficacia 1 (reducción del número de huevos), y se puede apreciar que a la 1ª s.p.tr. se obtuvo un porcentaje del 100% para la ivermectina (G-11), y de un 96% para la moxidectina (G-10).

El valor más elevado para el E2 (reducción del número de caballos positivos a la coprología) se obtuvo en el G-11 (100%), compuesto por animales tratados con ivermectina vía oral, aunque la acción más prolongada se observó con la moxidectina (Fig. 38).



De la comparación de ambas figuras (37 y 38) se puede colegir que con la moxidectina se alcanzan inicialmente porcentajes ligeramente más bajos de reducción de huevos en heces que con la ivermectina, pero que presenta un efecto más prolongado, como se demuestra con el 70% para el E2 en la semana 9 post-tratamiento, que indica que sólo 3 caballos del G-10 eliminaban huevos de strongílidos en ese momento. Estos resultados coinciden con los obtenidos en diferentes estudios (Boersema *et al.*, 1998; Holm-Martin *et al.*, 2005; Schumacher *et al.*, 2009), y su explicación se debe a la mencionada disponibilidad de la moxidectina por los diversos tejidos del animal por su elevada naturaleza lipófila (Cobb y Boeckh, 2009).

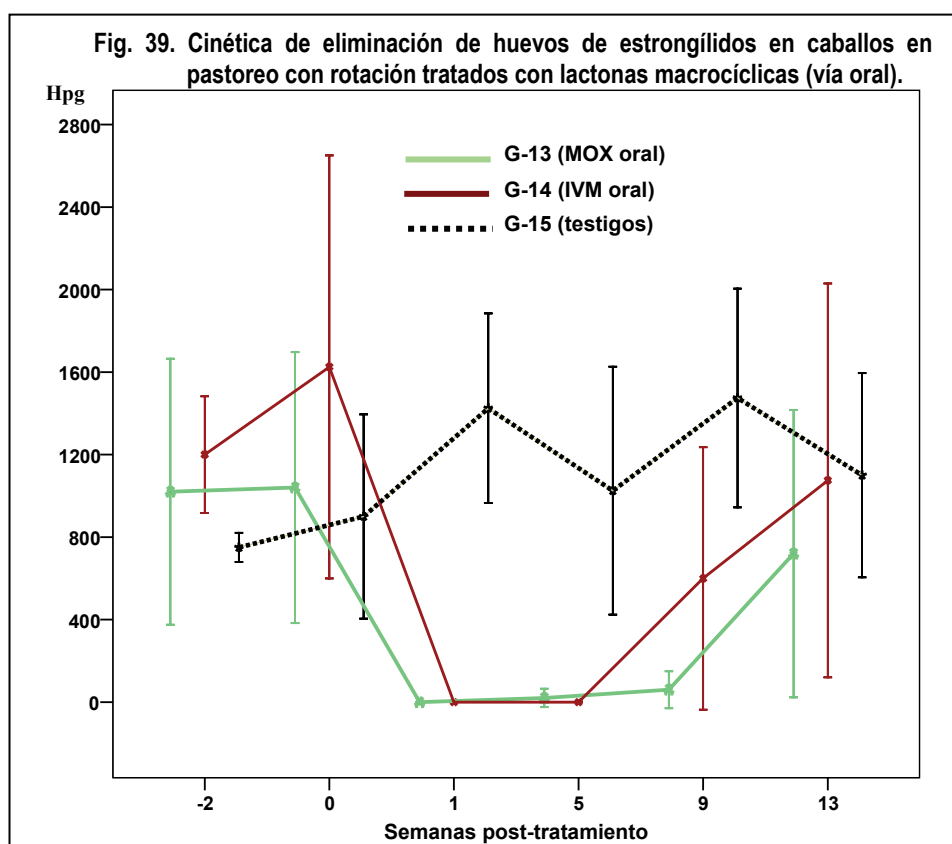
Después de la aplicación de las dos lactonas, el periodo de reaparición de huevos no superó las 5 semanas, fenómeno hasta ahora descrito sólo para la ivermectina (Little *et al.*, 2003; von Sanson-Hilmmelstjerna *et al.*, 2007). Lyons *et al.* (2008b) afirmaron que en caballos tratados con ivermectina, si el periodo de reaparición de huevos es inferior a 28 días, se debe hablar de reducción de la eficacia del fármaco.

Este ensayo se desarrolló en un club hípico, en el que hasta 6 meses antes del estudio los propietarios elegían los fármacos a utilizar. Durante todo el año, los caballos pasan la mayor parte del día en praderas naturales próximas a un río, que asegura humedad constante en las 4 estaciones. Estas condiciones favorecen la presencia de fases infectivas a lo largo de todo el año. No suele aplicarse la rotación de pastos.

c) Caballos en pastoreo rotacional (Explotación Chantada, Chantada, Lugo)

El efecto del tratamiento con ivermectina y moxidectina en formulación de gel oral se representa en la figura 39. La eliminación de huevos de strongílidos cesó en los grupos G-13 y G-14 tras la aplicación vía oral de las lactonas macrocíclicas.

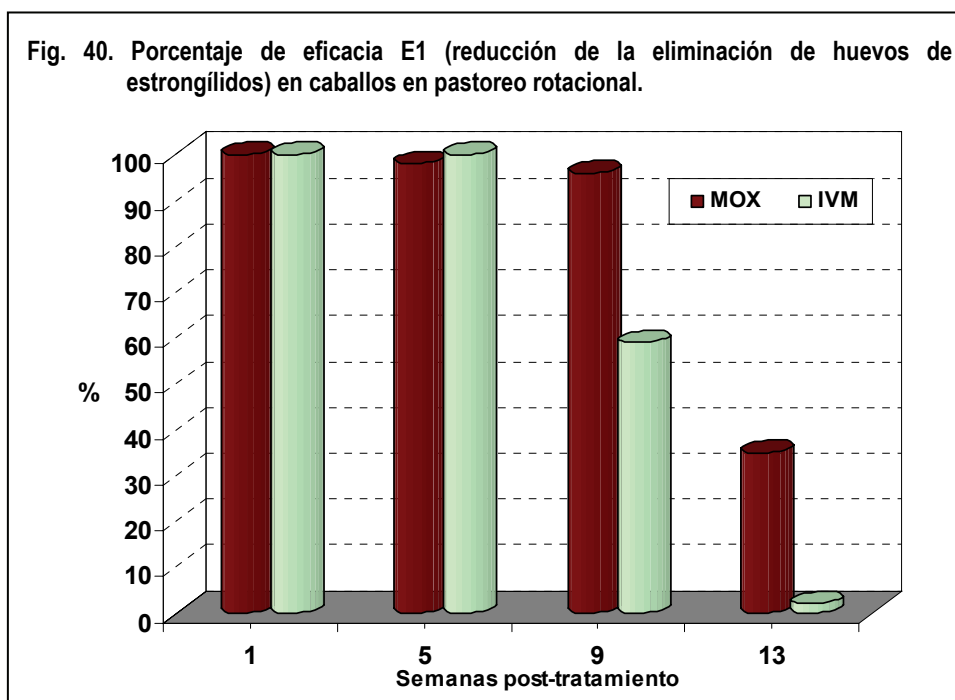
Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas mediante Kruskal-Wallis ($\chi^2=14'701$, $P=0'001$) entre los grupos tratados y el testigo, pero no entre los 2 grupos tratados. El periodo de reaparición de huevos en heces fue de 5 semanas para los caballos tratados con moxidectina (G-13) y de 9 para la ivermectina (G-14). En Brasil, Mercier *et al.* (2001) observaron un periodo de reaparición de 3 meses. Schumacher *et al.* (2009) obtuvieron una reducción superior al 95% para la moxidectina a los 30 dpt (días postratamiento), y Traversa *et al.* (2009) del 100%.



La actividad de la moxidectina frente a las larvas en la mucosa podría servir de explicación para los resultados obtenidos en este ensayo, realizado con caballos que se mantienen en pastoreo rotacional, donde las yeguas de cría se introducen junto con sus potros en parcelas sembradas de nuevo, y el control parasitario está dirigido por un veterinario desde

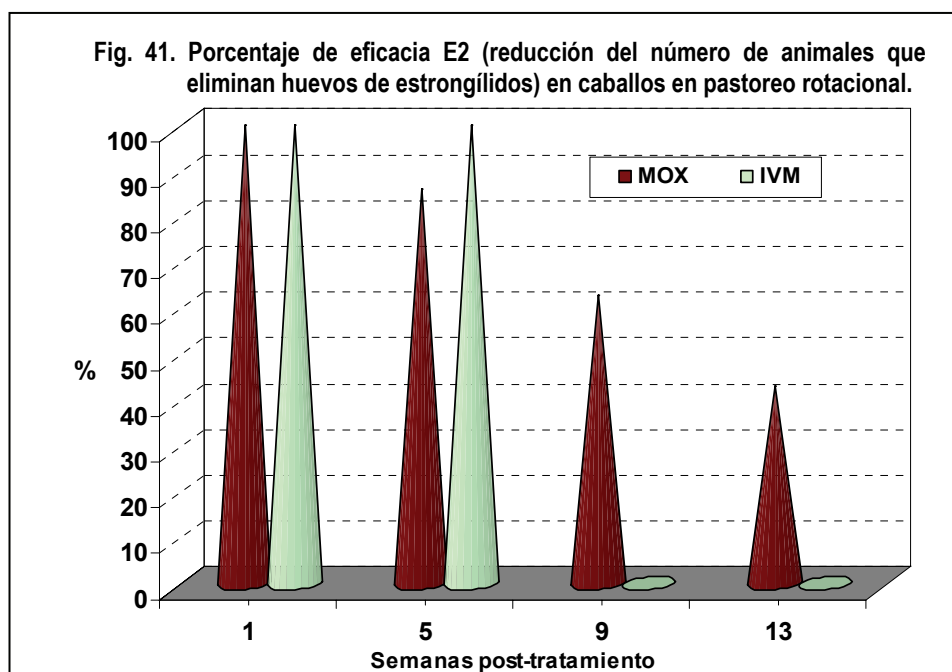
hace 4 años. Se realizan 4 análisis parasitarios al año, y el tratamiento antiparasitario se administra en las estaciones oportunas con el fármaco considerado idóneo. De este modo, se reduce la posibilidad de obtener eficacias reducidas, que evolucionen al desarrollo de resistencia (Lloyd *et al.*, 2000; Kaplan, 2002; Larsen *et al.*, 2002; Nielsen *et al.*, 2006a, 2006b, 2007; Lind *et al.*, 2007).

Mediante la administración de las lactonas por vía oral se consiguió un E1 del 100% a la 1ª s.p.tr., y del 98-100% hasta la 5ª s.p.tr. (Fig. 40). Estos resultados coinciden con algunos estudios previos (Reinemeyer *et al.*, 2003; Comer *et al.*, 2006; Traversa *et al.*, 2007; Slocombe *et al.*, 2008).



En la figura 41 se representan los valores del índice E2, y se puede comprobar que los equinos del G-14 (tratados con ivermectina) resultaron negativos a la coprología durante las 5 primeras semanas post-tratamiento, pero que todos eliminaban huevos a las 9 s.p.tr. La

administración de la moxidectina tuvo un efecto de “curación” de todos los caballos del G-13 a la siguiente semana del tratamiento, pero a las 5 s.p.tr. el 20% de los animales volvió a eliminar huevos de strongílidos.



Estos resultados son similares a los obtenidos por Lyons *et al.* (2006), quienes consiguieron con ivermectina un porcentaje de eficacia (E2) del 98'5%, y del 100% con moxidectina. Si se tienen en cuenta las figuras 40 y 41, se puede concluir que el efecto de la moxidectina es de mayor duración que el de la ivermectina, lo que coincide con los resultados logrados con ambas lactonas en caballos mantenidos en pastoreo sin rotación (G-10 y G-11).

El tratamiento con ivermectina resulta el más eficaz y duradero frente a los strongílidos en caballos en silvopastoreo. Con la moxidectina se obtuvieron los mejores resultados en caballos en pastoreo sin rotación.

4.3.3. Interpretación de los resultados

En este capítulo se desarrolló un estudio acerca de la eficacia de diferentes antiparasitarios frente a nematodos ascáridos, de especial importancia en potros, y strongílidos, que afectan al 100% de los caballos en pastoreo.

Los resultados obtenidos tras la administración de fenbendazol o sales de pirantel a potros en silvopastoreo mostraron que estos fármacos son completamente eficaces para tratar las parasitaciones por *P. equorum*, y que su efecto se prolonga más allá de los 21 días (fenbendazol) o 91 días (pirantel). Estos datos son similares a los obtenidos en estudios previos (Valdez *et al.*, 1995; Slocombe *et al.*, 2007; Molento *et al.*, 2008). Schougaard y Nielsen (2007) en Dinamarca observaron que la administración de pirantel solucionaba los problemas de resistencia originados frente a la ivermectina.

Aunque el mayor número de estudios sobre resistencia a antihelmínticos se ha desarrollado en ciatostómidos, cada vez se detectan más casos de ascáridos resistentes en especial a la ivermectina (Hearn y Peregrine, 2003; von Samson-Himmelstjerna *et al.*, 2007; Lindgren *et al.*, 2008) e incluso a la moxidectina (Boersema *et al.*, 2002; Trawford *et al.*, 2005).

En la Tabla 16 se resumen los antiparasitarios más adecuados para el tratamiento de los **strongílidos** en caballos con diferente manejo. En los caballos en silvopastoreo se probó la eficacia de lactonas macrocíclicas por vía intramuscular y del fenbendazol por vía oral, y los mejores resultados se obtuvieron con la *doramectina* y a continuación con la *ivermectina*. Es importante destacar que se trata de animales salvajes, de difícil manejo e inmovilización, por lo que salvo en algunas explotaciones en las que es posible la administración de antiparasitarios orales, ha de recurrirse a la vía intramuscular para salvaguardar la integridad física del veterinario.

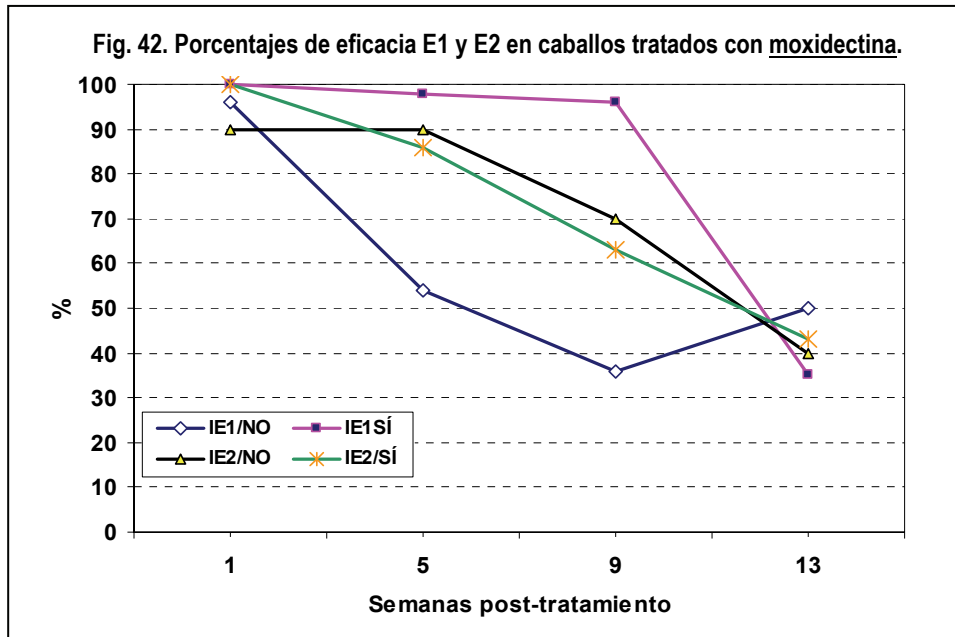
Tabla 16.- Fármacos idóneos para el tratamiento de estrogilidos en caballos según el régimen de explotación.		
Silvopastoreo	Pastoreo sin rotación	Pastoreo con rotación
IVM / DOR (IM)	MOX (oral)	IVM (oral)

En estudios preliminares desarrollados en la Unidad de Parasitología e Enfermedades parasitarias de la Facultad de Veterinaria de Lugo (USC), se ha demostrado que la aplicación de antiparasitarios en el dorso podría constituir el método de elección para la desparasitación de caballos salvajes (Sánchez, 2008; Francisco *et al.*, 2009c).

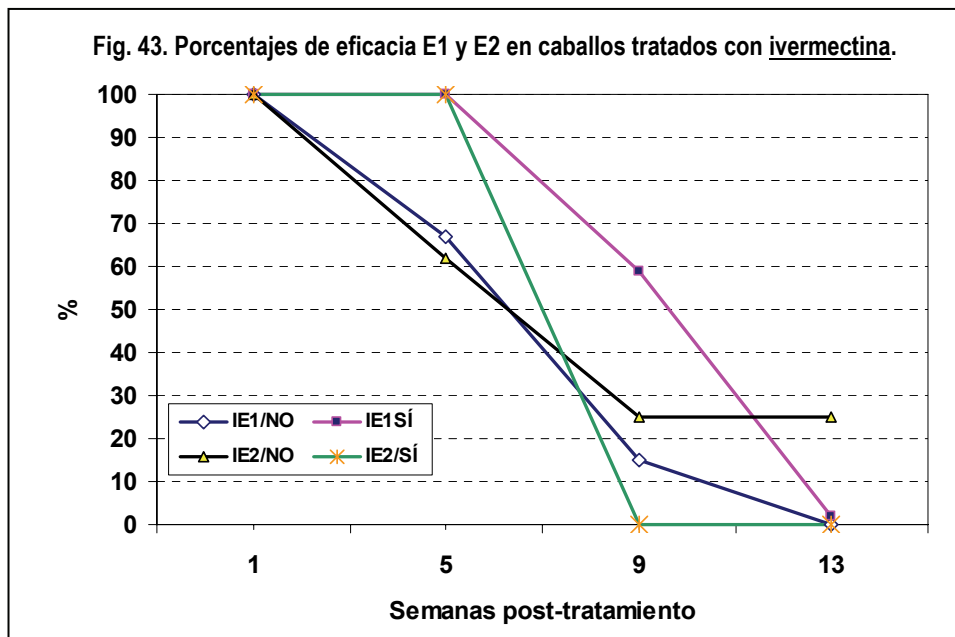
Los equinos en silvopastoreo disponen en general de grandes extensiones de terreno en los que abunda la presencia de árboles, al contrario que la de pastos y áreas donde los animales puedan alimentarse, de ahí que una posible explicación al periodo de reaparición de huevos de estrogilidos en las heces pueda deberse no sólo a la emergencia de las larvas en hipobiosis, sino también a la reinfección de estos caballos.

Del análisis de los resultados obtenidos mediante la desparasitación de caballos en pastos con y sin rotación se dedujo que con la *moxidectina* se conseguían los porcentajes más elevados de eficacia, y el periodo más prolongado de reaparición de huevos en heces.

El siguiente paso consistió en analizar la influencia de la rotación de pastos sobre los índices de eficacia de las dos lactonas. Como se puede apreciar en la figura 42, la rotación de prados en los caballos tratados con *moxidectina* supuso el incremento de los valores del E1 (reducción del recuento de huevos de estrogilidos), y los del E2 (porcentaje de animales positivos a coprología) resultaron similares.



La rotación de pastos en los caballos tratados con *ivermectina* provocó el aumento de los valores de E1 y E2 (Fig. 43).



Los valores del índice E1 están relacionados con la reducción del recuento de huevos de strongílidos en las heces de caballos después del tratamiento, por lo que el incremento del E1 indica que disminuye la presencia de huevos en el medio, y la de larvas infectivas (L3) que se desarrollan a partir de éstos. El índice E2 indica el porcentaje de animales tratados que resultan negativos a la coprología, y podría considerarse en relación directa con la duración de la eficacia del antiparasitario. Cabría esperar entonces que siempre deba existir una correlación positiva entre el E1 y el E2, y que el porcentaje de animales que se reinfectan disminuya si lo hace la presencia de huevos en el medio que darán lugar a las L3.

En la Revisión Bibliográfica se ha indicado que el método más empleado para la determinación de la eficacia de tratamientos antiparasitarios es el FECRT (denominado E1 en este estudio), que consiste en la comparación de las cifras de eliminación de huevos en muestras de heces obtenidas en el momento de la desparasitación y a los 10-14 días post-tratamiento (Kaplan, 2004). También se ha hecho notar la utilidad de otros parámetros como el periodo de reaparición de huevos en heces, y el porcentaje de caballos que no eliminan huevos tras el tratamiento. Todas estas estimaciones, junto con la cronobiología de estos parásitos, sirven para ilustrar la dificultad que entraña el control parasitario en los equinos (Sánchez *et al.*, 2009).

En la figura 36 se puede comprobar que la eliminación inicial de huevos de strongílidos en los caballos en pastoreo no rotacional era de 200-400 hpg; en los mantenidos en pastoreo rotacional era superior a 1000 hpg (Fig. 39). El efecto de la acción combinada de la quimioterapia y la rotación de pastos se refleja en la Tabla 17, en la que se observa que en los caballos mantenidos en pastoreo rotacional aumentó la eficacia de la moxidectina (E1), se retardó la reaparición de huevos en heces y fue mayor el porcentaje de animales negativos a la coprología (E2), en resumen, mejoró el efecto antiparasitario y su duración, comparado con los equinos en prados sin rotación.

Tabla 17.- Análisis conjunto de la eficacia del tratamiento en caballos en pastoreo con y sin rotación.				
	MOX (oral)		IVM (oral)	
	No rotación	Rotación	No rotación	Rotación
Eficacia (10 días post-tratamiento)	96	100	100	100
Semanas reaparición huevos	-	5	5	9
E1	↓↓	↑↑	↓↓	↑↑
E2	≈	≈	↓↓	↑↑

Estos resultados ponen de manifiesto que el control eficaz de las infecciones parasitarias no puede ser abordado sólo desde la perspectiva farmacológica, y que el conocimiento de su cronobiología demuestra la eficacia de la implementación de acciones sobre el medio, como la rotación de los pastos. Con la siguiente cita de Monahan (2000) se compendian todas las ideas que se ha intentado exponer, explicar y discutir en la presente Memoria: *“La memorización de programas de control parasitario y de productos parasiticidas sin comprender la biología de los parásitos, les concede ventaja intelectual”*.

La acción combinada de quimioterapia adecuada y rotación de pastos reduce la posibilidad de reinfección por estrogilidos e incrementa la duración del efecto de los fármacos administrados.

CONCLUSIONES

Del análisis y discusión de los resultados obtenidos en el presente estudio, se ha llegado a las siguientes **CONCLUSIONES**:

- 1.- En Galicia predominan las propiedades equinas de un solo ejemplar, que no convive con otros animales de renta. Se trata de yeguas adultas, resultado del cruce de diferentes razas, que se dedican al ocio de sus propietarios.
- 2.- Los caballos de Galicia están parasitados con más frecuencia por nematodos gastrointestinales, gasterófilos y, en menor medida, por cestodos.
- 3.- El mayor riesgo de parasitación por helmintos se da en équidos autóctonos (PRG) y Cruces, y el menor en los pura sangre. La edad de los équidos sólo guarda relación con la infección por *Parascaris equorum*.
- 4.- En los caballos que se alojan en *boxes* se reduce de forma significativa el riesgo de infección por helmintos, y el mantenimiento en prados o montes lo aumenta.
- 5.- El tamaño (número de caballos) de la explotación es el principal factor de riesgo para la aparición de infecciones por ascáridos y estrongílicos.
- 6.- El consejo que proporcionan las comerciales veterinarias no es útil para el control de las infecciones por estrongílicos y oxiúricos.
- 7.- En Galicia, la planificación del control parasitario debe ser estacional, con un tratamiento en primavera para evitar el desarrollo de larvas de estrongílicos a adultos, y conseguir la eliminación de los ectoparásitos; el segundo se debería aplicar en otoño para eliminar los estrongílicos adultos y las larvas de *Gasterophilus*.

8.- Para el control de estrogilidos se recomienda el uso de ivermectina en caballos en silvopastoreo, y la moxidectina en equinos en pastoreo (con y sin rotación).

9.- La acción integrada de quimioterapia y rotación de pastos reduce la posibilidad de reinfección por estrogilidos y alarga el tiempo necesario para una nueva administración.

CONCLUSIONS

After the analysis and the discussion of the results, the following **CONCLUSIONS** in the current study were inferred:

- 1.- Equine farms in Galicia are characterized by the presence of one crossbred mare dedicated to the leisure of their owners.
- 2.- The most frequent parasites affecting equids in Galicia are the gastrointestinal nematoda and *Gasterophilus*, and less commonly the cestoda.
- 3.- The highest risk of infection by helminths occurs among autochthonous horses (PRG) and the lowest in pure blood animals. Infection by *Parascaris equorum* is the only age-related parasitism.
- 4.- Helminth parasitization is significantly reduced when horses are kept in boxes, and it is improved by maintaining them in pastures or forests.
- 5.- The occurrence of the infection by ascarids and strongyles is enhanced together with the number of horses in the farm.
- 6.- The control of the parasitism by strongyles and oxyurids cannot be achieved by following the commercial advice.
- 7.- A seasonal schedule for the control of equine parasites is needed in Galicia, with a treatment in the spring to avoid strongyle larvae develop to adult stages, and to eliminate the ectoparasites; a second treatment in the autumn to remove the adult strongyles and the *Gasterophilus* larvae is required.

8.- The most appropriate parasiticide for horses under silvopasture is the ivermectin, and the moxidectin for grazing equids (with and without pasture rotation).

9.- By combining the chemotherapy and the pasture rotation the possibility for strongyle challenge is decreased, whereas the period for a new treatment is increased.

RESUMEN

El aprovechamiento de los recursos agrícolas y ganaderos constituye la principal fuente de ingresos de las zonas rurales del Norte de España, en donde se concentra más del 70% de la cabaña bovina del país. La actividad agropecuaria es tan importante porque en esta región existen condiciones climáticas y edáficas idóneas para la producción de especies vegetales forrajeras necesarias para la alimentación de los bovinos.

La merma de la productividad de las granjas de ganado vacuno aconseja la diversificación de las explotaciones agropecuarias. En este sentido, se ha observado un incremento del número de cabezas de ganado equino, que se emplean para mantener limpias pequeñas extensiones de terreno, o bien en regímenes que combinan prácticas ganaderas y de explotación forestal (silvopastoreo). Otro de los factores responsable es la posibilidad de disfrutar de diferentes actividades de ocio con caballos.

La productividad y el disfrute de los animales dependen del estado de salud de los mismos. El control de algunas enfermedades que afectan al ganado equino, en especial las de etiología parasitaria, se reduce básicamente a la administración de algunos tratamientos antiparasitarios, sin realizar diagnóstico previo para identificar las formas parasitarias, ni posterior para establecer la eficacia del tratamiento.

Para el control de las infecciones parasitarias resulta imprescindible conocer los agentes frente a los que hay que luchar, por lo que se planteó un **primer experimento** con el objetivo de identificar las principales formas parasitarias que afectan al ganado equino gallego. Durante los meses de febrero y noviembre de 2007, se recogieron muestras de heces y de sangre de 672 animales de las provincias de Lugo y Ourense, que se analizaron teniendo en cuenta algunos factores intrínsecos (*raza, edad, sexo*), y extrínsecos (*aptitud y tipo de alojamiento de los caballos*). La presencia de endoparásitos se evidenció mediante las técnicas de flotación, sedimentación, migración y elaboración de coprocultivos; con una técnica ELISA y antígenos de excreción/secreción de larvas 2 de *Gasterophilus* se analizó la seroprevalencia de

esta miasis. Se demostró que los caballos del noroeste español estaban parasitados por helmintos nematodos gastrointestinales (ascáridos, estrogilidos y oxiúridos) y cestodos, y no se observaron ooquistes de protozoos, larvas de nematodos pulmonares ni huevos de trematodos. En los coprocultivos se demostró la presencia de nematodos de los géneros *Cyatostomum*, *Gyalocephalus*, *Strongylus* y *Triodontophorus*. En la piel de los equinos se detectaron ejemplares de artrópodos gasterófilos, hipobóscidos e ixódidos.

La mayoría de los caballos estaban parasitados principalmente por gasterófilos, nematodos gastrointestinales, y en menor medida por cestodos. De los nematodos gastrointestinales, los más frecuentes fueron los estrogilidos, seguidos por ascáridos y oxiúridos.

Para el control de las infecciones parasitarias es preciso no sólo el conocimiento de la distribución de los agentes patógenos, sino también del modo y vías de transmisión, hospedadores que intervienen en el ciclo, especies animales afectadas, así como los factores de riesgo asociados y la influencia de las condiciones climáticas. En el **segundo experimento** se profundizó en el estudio de los factores de riesgo asociados a la parasitación por helmintos y gasterófilos, analizándose la influencia de factores intrínsecos (raza, edad, sexo) y extrínsecos (alojamiento) sobre la prevalencia de estos parasitismos, y en su cronobiología.

El mayor riesgo de infección por estrogilidos se detectó en yeguas PRG que se mantienen en el monte, y por ascáridos en las menores de 3 años. Los machos de Pura Raza Árabe en pasto presentan mayor riesgo de parasitismo por *Gasterophilus*. El análisis conjunto de todos los factores mostró que el tipo de alojamiento condicionaba el riesgo de parasitación por nematodos (estrogilidos, ascáridos, oxiúridos), cestodos y gasterófilos.

Para establecer la cronobiología de las estrogilidosis y gasterofilosis, entre los años 2007 y 2009 se analizaron las heces de un grupo de 25 caballos PRG en pastoreo; asimismo se examinó la piel de estos animales, y también se determinó la presencia de larvas infectivas en

el medio (L3). Con objeto de conocer las variaciones climáticas anuales del noroeste español se recabaron diferentes parámetros.

La eliminación de huevos de estrongílicos en las heces de los caballos disminuyó de forma significativa de enero a marzo, aumentó a partir de mayo y se alcanzaron los valores máximos en julio y octubre. Se encontraron larvas en el prado de marzo a diciembre. Estos resultados parecen indicar que ante condiciones ambientales desfavorables (diciembre a marzo), las larvas de los pequeños estrongílicos se encapsulan en la mucosa intestinal y permanecen en hipobiosis, retrasando el desarrollo hasta la fase adulta.

El análisis macroscópico del ano y de las heces de los caballos demostró la presencia de larvas L3 de *Gasterophilus intestinalis* y *nasalis* de marzo a mayo. La inspección visual de la piel de los équidos demostró la existencia de huevos de *Gasterophilus* y de adultos de *Hippobosca* entre junio y septiembre. Por último, de junio a agosto se recogieron ejemplares de garrapatas que en el laboratorio se identificaron como *Ixodes ricinus*. De todos estos datos se concluye que en Galicia la planificación del control parasitario debe ser estacional, con un tratamiento en primavera para evitar el desarrollo de larvas de estrongílicos a adultos, y conseguir la eliminación de los ectoparásitos; el segundo tratamiento se debería aplicar en otoño para destruir los estrongílicos adultos y las larvas de *Gasterophilus*.

En el **tercer experimento** se planteó una encuesta con objeto de recabar información de algunas características de explotaciones equinas del noroeste peninsular, enfocando el tema desde una perspectiva de explotación, de manejo de los animales como grupos. Con este motivo se diseñó un estudio que consistió en la toma de muestras de heces de 1312 caballos que pertenecían a 225 explotaciones diferentes. Al mismo tiempo que se visitaban las explotaciones, se distribuyó una encuesta a los propietarios de los equinos para conocer las características del manejo, composición del rebaño, qué medidas se empleaban para el control de formas parasitarias, etc. Finalmente se estudió la posible relación entre las características

de las explotaciones, la presencia de infecciones parasitarias y las pautas aplicadas para su control.

El modelo de desparasitación que siguen la mayor parte de las explotaciones equinas del noroeste peninsular consiste en la administración de lactonas macrocíclicas por vía oral una vez al año (en otoño) siguiendo las directrices fijadas por el profesional veterinario, y el cálculo de la dosis necesaria se realiza mediante estimación visual del peso del animal. No se realizan análisis coprológicos rutinarios ni se observan periodos de cuarentena. En Galicia, el tamaño (número de caballos) de la explotación es el principal factor de riesgo para la aparición de infecciones por ascáridos y estrongílicos, mientras que la elevada frecuencia de desparasitación lo es para la infección por cestodos, y la vía de administración de los antiparasitarios para los gasterófilos.

También se comprobó que el consejo seguido para el tratamiento de los caballos es el factor más influyente en la infección por estrongílicos y por oxiúridos, en tanto que la vía de administración es la que condiciona la presencia de infecciones por *Gasterophilus*.

En el **cuarto** experimento se analizó la eficacia de diferentes productos antihelmínticos frente a ascáridos y estrongílicos. Entre febrero de 2008 y noviembre de 2009 se tomaron muestras de heces de 15 grupos de caballos.

Tanto la administración de fenbendazol como la de sales de pirantel resultaron completamente eficaces frente a los nematodos ascáridos en potros en régimen de silvopastoreo. Para el control de estrongílicos, la ivermectina proporcionó resultados concluyentes en caballos en silvopastoreo, y la moxidectina en equinos en pastoreo (con y sin rotación). Por últimos, destacar que se demostró que la acción integrada de quimioterapia y rotación de pastos reduce la posibilidad de reinfección por estrongílicos e incrementa la duración del efecto del fármaco administrado.

SUMMARY

Agrarian and livestock incomes constitute the main source of economical inputs in the rural areas from the north of Spain, where more than 70% of the bovids is present. The climate and edafic conditions favor the development of forage species proper for the cattle feeding.

The reduction in the farm productivity recommends diversifying the farming policy. An increment in the number of horses has been noted; these animals are exploited under a silvopasturing regime for keeping small pastures free from unwanted vegetation and bushes. Horses are also maintained under a combined regime based on livestock and forest farming.

To ensure a suitable productivity and enjoyment, an optimal health condition in the animals is required. The control of some diseases affecting the horses, especially that of parasite etiology, is commonly tried by the administration of several parasiticides, without a previous diagnosis for the identification of the pathogens or a later analysis to assess its efficacy.

By considering the importance of the knowledge about the parasitic forms infecting horses in Galicia, the **first experiment** was developed. From February to November 2007 fecal and blood samples from 672 equids belonging to farms in Lugo and Ourense provinces were collected and then analyzed regarding some intrinsic (*breed, age, gender*) and extrinsic factors (*aptitude and keeping*). Infection by endoparasites was verified by the flotation, sedimentation and migration procedures, and also by obtaining the coprocultures. By using an ELISA test with excretory/secretory *Gasterophilus* 2nd instars the seroprevalence of this myiasis was checked. Results showed gastrointestinal nematoda (ascarids, strongyles and pinworms) and cestoda in the faeces, whereas no protozoa oocysts, lung nematoda or trematoda were detected. The examination of the coprocultures showed the presence of nematoda belonging to the genera *Cyatostomum*, *Gyalocephalus*, *Strongylus* and *Triodontophorus*.

The presence of arthropods as *Gasterophilus*, *Hippobosca* and *Ixodes* on the horse skin was observed. Most of the horses had *Gasterophilus* and gastrointestinal nematode, and less

commonly cestoda. Among the gastrointestinal nematoda, the most prevalent were the strongyles, followed by the ascarids and the oxyurids.

Control of parasite infections involves the information about the etiology of the pathogen agents, and the way and route of transmission, their hosts (intermediate and final) animal species affected, as well as the associated risk factors and the influence of the climate conditions. In the **second experiment** the study of the main risk factors related to the parasitization by helminths and horse bot-fly was carried out. The effect of some intrinsic and extrinsic factors on their prevalence and chronobiology was also assessed.

The autochthonous PRG silvopasturing mares reached the highest risk of infection by strongyles, and by ascarids in that younger than 3 yr; the highest risk for *Gasterophilus* was shown in the Pure Blood Arabian. The simultaneous analysis revealed the housing was the most important factor.

The chronobiology of strongyles and *Gasterophilus* was established by analyzing the feces and the skin of 25 PRG silvopasturing horses: the presence of infected strongyle stages in the grass was also evaluated. Climate data were obtained from several meteorological stations.

The kinetics of strongyle egg-output dropped significantly from January to March, then increased from May and peaked in July and October. Infective strongyle stages in the grass were found from March to December. These results seem to indicate that when unfavorable climate conditions are present, the strongyle larvae encysted in the intestinal mucosa and remain under a hypobiosis status, and thus their development to the adult stages is delayed.

By the macroscopical evaluation of the anus and the feces the existence of *Gasterophilus intestinalis* and *G. nasalis* L3 instars from March to May was detected. Finally, ticks (*Ixodes ricinus*) were collected between June and August. It was concluded a seasonal schedule for the control of equine parasites is appropriate in Galicia, with a treatment in the spring to avoid strongyle larvae develop to adult stages, and to eliminate the ectoparasites; a

second treatment in the autumn to remove the adult strongyles and the *Gasterophilus* larvae is required.

In the **third experiment** a coprological survey to gain information about the characteristics of the equine farms in Galicia was conducted. Fecal samples from 1312 horses belonging to 225 different farms were collected, and at the same time, a query was given to each owner to know the measures for the control of horse parasites, the management of the animals, etc.

In this way a pattern based on the visual appraisal of the horse weight to estimate the proper dose, and then to oral administrate macrocyclic lactones (1/year) in autumn by taking into account the veterinary counsel was established. The recommendation followed for the deworming of the equids was the most influent factor on the infection by strongyles and pinworms, whereas the route of administration affects the parasitization by *Gasterophilus*.

The efficacy of different anthelmintics against ascarids and strongyles was evaluated in the **fourth experiment**. Between February 2008 and November 2009 fecal samples were collected from horses belonging to 15 farms in Galicia (NW Spain). The administration of both fenbendazole and pyrantel were successful against ascarids affecting silvopasturing foals. When the control of strongyles was tried, best results with the ivermectin in silvopasturing horses, and by using the moxidectin among grazing (with and without pasture rotation) equids were obtained. By combining the chemotherapy and the pasture rotation the possibility for strongyle challenge was decreased, whereas the period for a new treatment increased.

BIBLIOGRAFÍA

- ABBOTT, E.; BAIRDEN, K.; BARGER, I.; COBB, R.; KENNEDY, T.; REINEMEYER, C. (2004). Anthelmintic resistance and use of anthelmintics in horses. **Vet Rec.**, **154**: 62-64.
- ABBOTT, E.M. (1998). Larval cyathostomosis: the disease, its diagnosis and treatment. **Equine Pract.**, **20**: 6-7.
- AGNEESSENS, J.; ENGELEN, S.; DEBEVER, P.; VERCRUYSSSE, J. (1998). *Gasterophilus intestinalis* infections in horses in Belgium. **Vet Parasitol.**, **77**: 199-204.
- ANDERSON, J.R. (2005). Oestrid myiasis of humans. In: Colwell, D.D., Hall, M.J.R., Scholl, P.J. (Eds.), The Oestrid Flies: Biology, Host-Parasite Relationships, Impact and Management. CAB International.
- BAIRDEN, K.; BROWN, S.R.; MCGOLDRICK, J.; PARKER, L.D.; TALTY, P.J. (2001). Efficacy of moxidectin 2 per cent gel against naturally acquired strongyle infections in horses, with particular reference to larval cyathostomes. **Vet Rec.**, **148**: 138-141.
- BAIRDEN, K.; DAVIES, H.S.; GIBSON, N.R.; HOOD, A.J.; PARKER, L.D. (2006). Efficacy of moxidectin 2 per cent oral gel against cyathostomins, particularly third-stage inhibited larvae, in horses. **Vet Rec.**, **158**: 766-767.
- BARNES, E.H.; DOBSON, R.J.; BARGER, I.A. (1995). Worm control and anthelmintic resistance: Adventures with a model. **Parasitol Today**, **11**: 56-63.
- BARRIO CRESPO, M.P. (1977). Nematodos gastroentéricos de los équidos de la provincia de León. Memoria de Licenciatura. Facultad de Veterinaria de León, Universidad de León.
- BAUDENA, M.A.; CHAPMAN, M.R.; LARSEN, M.; KLEI, T.R. (2000). Efficacy of the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans* in reducing equine cyathostome larvae on pasture in south Louisiana. **Vet Parasitol.**, **89**: 219-230.
- BERNARD, N.; COLLOBERT, C.; TARIEL, G.; LAMIDEY, C. (1994). Epidemiological survey of bot infection in horses at necropsy in Normandy from April 1990 to March 1992. **Rec Méd Vét.**, **170**: 231-235.
- BOERSEMA, J.H.; EYSKER, M.; NAS, J.W. (2002). Apparent resistance of *Parascaris equorum* to macrocyclic lactones. **Vet Rec.**, **150**: 279-281.

- BOERSEMA, J.H.; EYSKER, M.; VAN DER AAR, W.M. (1998). The reappearance of strongyle eggs in the faeces of horses after treatment with moxidectin. **Vet Q.**, **20**: 15-17.
- BONNEAU, S.; MAYNARD, L.; TOMCZUK, K.; KOK, D.; EUN, H.M. (2009). Anthelmintic efficacies of a tablet formula of ivermectin-praziquantel on horses experimentally infected with three *Strongylus* species. **Parasitol Res.**, **105**: 817-823.
- BORGSTEEDE, F.H.; BOERSMA, J.H.; GAASENBEEK, C.P.; VAN DER BURG, W.P. (1993). The reappearance of eggs in faeces of horses after treatment with ivermectin. **Vet Q.**, **15**: 24-26.
- BOYLE, A.G.; HOUSTON, R. (2006). Parasitic pneumonitis and treatment in horses. **Clin Tech Equine Pract.**, **5**: 225–232.
- BRAGA, F.R.; ARAÚJO, J.V.; SILVA, A.R.; ARAUJO, J.M.; CARVALHO, R.O.; TAVELA, A.O.; CAMPOS, A.K.; CARVALHO, G.R. (2009). Biological control of horse cyathostomin (Nematoda: Cyathostominae) using the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans* in tropical southeastern Brazil. **Vet Parasitol.**, **163**: 335-40.
- BROCARD, P.; PFISTER, K. (1991). The epidemiology of gasterophilosis of horses in Switzerland. **Schweiz Arch Tierheilkd.**, **133**: 409-416.
- BUCKWELL, D.G.; GASSER, R.B.; BEVERIDGE, I. (1995). The prevalence and epidemiology of gastrointestinal parasites of horses in Victoria, Australia. **Int. J. Parasitol.**, **25**: 711-724.
- CAMPBELL, W.C. (1989). Ivermectin and Abamectin, Springer, New York.
- CAMPOS PEREIRA, M.; KOHEK, I.; CAMPOS, R.; LIMA, S.B.; FOZ, R.P.P. (1991). A field evaluation of anthelmintics for control of cyathostomes of horses in Brazil. **Vet. Parasitol.**, **38**: 121–129.
- CERNEA, M.; MADEIRA DE CARVALHO, L.N.; COZMA, V. (2008). Atlas of diagnosis of equine strongylidosis. Editura Academic Press.
- CHANDLER, K.J.; LOVE, S. (2002). Patterns of equine faecal egg counts following spring dosing with either fenbendazole or moxidectin. **Vet Rec.**, **151**: 269-270.

- CHAPMAN, M.R.; FRENCH, D.D.; MONAHAN, C.M.; KLEI, T.R. (1996). Identification and characterization of a pyrantel pamoate resistant cyathostome population. **Vet Parasitol.**, **66**: 205-212.
- CHAPMAN, M.R.; FRENCH, D.D.; TAYLOR, H.W.; KLEI, T.R. (2002). One season of pasture exposure fails to induce a protective resistance to cyathostomes but increases numbers of hypobiotic third-stage larvae. **J Parasitol.**, **88**: 678-683.
- CHÁVEZ, A.; CASAS, G.; CASAS, E. (2006). Evaluación de la eficacia de un antiparasitario en solución conteniendo Triclabendazole, Ivermectina y Fenbendazole (triverfen 22.2), para el control de la nematodiasis gastrointestinal en equinos. Perú. **Agrovet Market**.
- CHEN, X.N. (2001). A case of skin myiasis caused by *Gasterophilus nigricornis*. **Zhongguo Ji Sheng Chong Xue Yu Ji Sheng Chong Bing Za Zhi.**, **19**: 60.
- CIARAMELLA, P.; CORONA, M.; CORTESE, L.; PIANTEDOSI, D.; SANTORO, D.; DI LORIA, A.; RIGATO, R. (2004). Seroprevalence of *Neospora* spp. in asymptomatic horses in Italy. **Vet Parasitol.**, **123**: 11-15.
- CIRAK, V.Y.; GÜLEĞEN, E.; BAUER, C. (2004). Benzimidazole resistance in cyathostomin populations on horse farms in western Anatolia, Turkey. **Parasitol. Res.**, **93**: 392-395.
- CLAYTON, H.M. (1978). Ascariasis in foals. **Vet Rec.**, **102**: 553-556.
- CLAYTON, H.M.; DUNCAN, J.L. (1978). Clinical signs associated with *Parascaris equorum* infection in worm-free pony foals and yearlings. **Vet Parasitol.**, **4**: 69-78.
- CLEALE, R.M.; EDMONDS, J.D.; PAUL, A.J.; REINEMEYER, C.R.; CHAPMAN, M.R.; CLEM, R.; MECCOLI, R.A.; TOLLIVER, S.C.; AMODIE, D.M. (2006). A multicenter evaluation of the effectiveness of Quest Gel (2% moxidectin) against parasites infecting equids. **Vet Parasitol.**, **137**: 119-129.
- COBB, R.; BOECKH, A. (2009). Moxidectin: a review of chemistry, pharmacokinetics and use in horses. **Parasit Vectors.**, 2 Suppl 2: S5.
- COGLEY, T.P.; COGLEY, M.C. (2000). Field observations of the host-parasite relationship associated with the common horse bot fly, *Gasterophilus intestinalis*. **Vet Parasitol.**, **88**: 93-105.

- COLES, G. C. (2002). Sustainable use of anthelmintics in grazing animals. **Vet Rec.**, **151**: 165-169.
- COLES, G.; RHODES, A. (2005). Control of nematode infections in horses. **Vet Rec.**, **157**: 123.
- COLES, G.C.; BAUER, C.; BORGSTEEDE, F.H.; GEERTS, S.; KLEI, T.R.; TAYLOR, M.A.; WALLER, P.J. (1992). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. **Vet Parasitol.**, **44**: 35-44.
- COLES, G.C.; PEARSON, G.R. (2000). *Gasterophilus nasalis* infection: prevalence and pathological changes in equids in South-West England. **Vet Rec.** **146**: 222-223.
- COLES, G.C.; STAFFORD, K.A.; MACKAY, P.H. (1998). Ivermectin-resistant *Cooperia* species from calves on a farm in Somerset. **Vet Rec.**, **142**: 255-256.
- COLLOBERT-LAUGIER, C.; HOSTE, H.; SEVIN, C.; DORCHIES, P. (2002). Prevalence, abundance and site distribution of equine small strongyles in Normandy, France. **Vet Parasitol.**, **110**: 77-83.
- COMER, K.C.; HILLYER, M.H.; COLES, G.C. (2006). Anthelmintic use and resistance on thoroughbred training yards in the UK. **Vet Rec.**, **158**: 596-598.
- CORDERO, M.; ROJO VÁZQUEZ, F.A. (1999). Parasitología Veterinaria. (Cordero, M.; Rojo Vázquez, F.A. eds.), Ed. McGraw-Hill, Madrid (España).
- CORNING, S. (2009). Equine cyathostomins: a review of biology, clinical significance and therapy. **Parasit. Vectors**, 2 Suppl 2: S1.
- CORTIÑAS, F.J. (2009). Estudio epidemiológico transversal de la presencia de anticuerpos IgG frente a antígenos de *Gasterophilus* en caballos de Galicia. Trabajo de Investigación Tutelado. Facultade de Veterinaria de Lugo, Universidade de Santiago de Compostela.
- CORTIÑAS, F.J.; FRANCISCO, I.; SÁNCHEZ, J.A.; MULA, P.; CAZAPAL, C.; SUÁREZ, J.L.; VÁZQUEZ, L.; FRANCISCO, R.; ARIAS, M.S.; DÍEZ-BAÑOS, P.; SCALA, A.; MORRONDO, P.; PAZ-SILVA, A.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R. (2010) Chronobiology of *Gasterophilus* infestations in silvopasturing horses from NW Spain. **Revista Ibero-Latinoamericana de Parasitología (en prensa)**

- CORTIÑAS, F.J.; FRANCISCO, I.; ARIAS, M.; SÁNCHEZ, J.A.; FRANCISCO, R.; SUÁREZ, J.L.; MOCHALES, E.; VÁZQUEZ, L.; MULA, P.; SCALA, A.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; PAZ-SILVA, A. (2009). Control de miasis y ectoparasitosis en caballos en silvopastoreo. **XII Jornadas sobre Producción Animal, Tomo I**: 155-157.
- COURTNEY, C.H. (1999). Seasonal transmission of equine cyathostomes in warm climates. **Vet Parasitol.**, **85**: 173–180.
- COURTNEY, C.H.; ASQUITH, R.L. (1985). Seasonal changes in pasture infectivity by equine cyathostomes in North central Florida. **Equine Vet J.**, **17**: 240–242.
- CRIBB, N.C.; COTE, N.M.; BOURÉ, L.P.; PEREGRINE, A.S. (2006). Acute small intestinal obstruction associated with *Parascaris equorum* infection in young horses: 25 cases (1985-2004). **N. Z. Vet. J.**, **54**: 338-43.
- CRINGOLI, G. (2006). FLOTAC, a novel apparatus for a multivalent faecal egg count technique. **Parassitologia**, **48**: 381-4.
- DAVIES, J.A.; SCHWALBACH, L.M. (2000). A study to evaluate the field efficacy of ivermectin, fenbendazole and pyrantel pamoate, with preliminary observations on the efficacy of doramectin, as anthelmintics in horses. **J S Afr Vet Assoc.**, **71**: 144-147.
- DEPREZ, P.; VERCRUYSSE, J. (2003). Treatment and follow-up of clinical cyathostominosis in horses. **J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med.**, **50**: 527-529.
- DÍAZ, P.; PEDREIRA, J.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; SUÁREZ, J.L.; ARIAS, M.S.; FRANCISCO, I.; FERNÁNDEZ, G.; DÍEZ-BAÑOS, P.; MORRONDO, P.; PAZ-SILVA, A. (2007). Risk periods of infection by *Calicophoron daubneyi* (Digenea: Paramphistomidae) in cattle from oceanic climate areas. **Parasitol Res.**, **101**: 339-342.
- DOBSON, R.J.; BESIER, R.B.; BARNES, E.H.; LOVE, S.C.J.; VISARD, A.; BELL, L.F.; LE JAMBRE, L.F. (2001). Principles for the use of macrocyclic lactones to minimise selection for resistance. **Austr Vet J.**, **79**: 756–761.
- DÖPFER, D.; KERSENS, C.M.; MEIJER, Y.G.; BOERSEMA, J.H.; EYSKER, M. (2004). Shedding consistency of strongyle-type eggs in Dutch boarding horses. **Vet Parasitol.**, **124**: 249-58.

- DOWDALL, S.M.; PROUDMAN, C.J.; KLEI, T.R.; MAIR, T.; MATTHEWS, J.B. (2004). Characterisation of IgG(T) serum antibody responses to two larval antigen complexes in horses naturally- or experimentally-infected with cyathostomins. **Int. J. Parasitol.**, **34**: 101-108.
- DOWDALL, S.M.; PROUDMAN, C.J.; LOVE, S.; KLEI, T.R.; MATTHEWS, J.B. (2003). Purification and analyses of the specificity of two putative diagnostic antigens for larval cyathostomin infection in horses. **Res Vet Sci.**, **75**: 223-229.
- DUBEY, J.P.; DAVIS, S.W.; SPEER, C.A.; BOWMAN, D.D.; DE LAHUNTA, A.; GRANSTROM, D.E.; TOPPER, M.J.; HAMIR, A.N.; CUMMINGS, J.F.; SUTER, M.M. (1991). *Sarcocystis neurona* n. sp. (Protozoa: Apicomplexa), the etiologic agent of equine protozoal myeloencephalitis. **J Parasitol.**, **77**: 212-218.
- DUMÉNIQO, B.E.; ESPINO, A.M.; FINLAY, C.M.; MEZO, M. (1999). Kinetics of antibody-based antigen detection in serum and faeces of sheep experimentally infected with *Fasciola hepatica*. **Vet Parasitol.**, **86**: 23-31.
- DUNCAN, J.L. (1974). Field studies on the epidemiology of mixed strongyle infection in the horse. **Vet Rec.**, **94**: 337-345.
- DUNCAN, J.L.; ABBOTT, E.M.; ARUNDEL, J.H.; EYSKER, M.; KLEI, T.R.; KRECEK, R.C.; LYONS, E.T.; REINEMEYER, C.; SLOCOMBE, J.O. (2002). World association for the advancement of veterinary parasitology (WAAVP): second edition of guidelines for evaluating the efficacy of equine anthelmintics. **Vet Parasitol.**, **103**: 1-18.
- DUNCAN, J.L.; LOVE, S. (1991). Preliminary observations on an alternative strategy for the control of horse strongyles. **Equine Vet J.**, **23**: 226-228.
- DUPONTE, M.W.; LARISH, L.B. (2003). Horse bot fly, horse throat bot fly. **College of Tropical Agriculture and Human Resources Publications**.
- EARLE, C.G.; KINGTON, H.A.; COLES, G.C. (2002). Helminth control used by trainers of thoroughbreds in England. **Vet Rec.**, **150**: 405-408.
- EDENS, L.M.; MURRAY, M.J. (1992). Gastro-oesophageal reflux in a weanling filly: association with *Gasterophilus* spp infestation. **Equine Vet J.**, **11**: 18-23.

- EDWARD, C.L.; HOFFMANN, A.A. (2008). Ivermectin resistance in a horse in Australia. **Vet Rec.**, **162**: 56-57.
- EDWARDS, G.T. (1982). The prevalence of *Gasterophilus intestinalis* in horses in northern England and Wales. **Vet Parasitol.**, **11**: 215-222.
- ELSENER, J.; VILLENEUVE, A. (2009). Comparative long-term efficacy of ivermectin and moxidectin over winter in Canadian horses treated at removal from pastures for winter housing. **Can Vet J.**, **50**: 486-490.
- ENGLISH, A.W. (1979b). The epidemiology of equine strongylosis in Southern Queensland. 2. The survival and migration of infective larvae on herbage. **Austr Vet J.**, **55**: 306-309.
- EPE, C.; COATI, N.; SCHNIEDER, T. (2004). Results of parasitological examinations of faecal samples from horses, ruminants, pigs, dogs, cats, hedgehogs and rabbits between 1998 and 2002. **Dtsch Tierarztl Wochenschr.**, **111**: 243-247.
- FERNÁNDEZ, A.; HENNINGSEN, E.; LARSEN, M.; NANSEN, P.; GRØNVOLD, J.; SØNDERGAARD, J. (1999). A new isolate of the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans* a biological control agent against free-living larvae of horse strongyles. **Equine Vet J.**, **31**: 488-491.
- FERNÁNDEZ, A.S.; LARSEN, M.; NANSEN, P.; GRØNVOLD, J.; HENRIKSEN, S.A.; WOLSTRUP, J. (1997). Effect of the nematode-trapping fungus *Duddingtonia flagrans* on the free-living stages of horse parasitic nematodes: a pilot study. **Vet Parasitol.**, **73**: 257-66.
- FIKRU, R.; RETA, D.; TESHALE, S.; BIZUNESH, M. (2005). Prevalence of equine gastrointestinal parasites in western highlands of Oromia, Ethiopia. **Bull An Health Prod Afr.**, **53**: 161-166.
- FOGARTY, U.; DEL PIERO, F.; PURNELL, R.E.; MOSURSKI, K.R. (1994). Incidence of *Anoplocephala perfoliata* in horses examined at an Irish abattoir. **Vet. Rec.**, **134**: 515-518.
- FRANCISCO, I. (2007). Análisis de riesgo de infección parasitaria en el caballo gallego. Memoria de Licenciatura (Tesina), Facultade de Veterinaria de Lugo, Univesidade de Santiago de Compostela.

- FRANCISCO, I.; ARIAS, M.; CORTIÑAS, F.J.; FRANCISCO, R.; MOCHALES, E.; SÁNCHEZ, J.A.; SUÁREZ, J.L.; MORRONDO, P.; URIARTE, J.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; DÍEZ-BAÑOS, P.; PAZ-SILVA, A. (2009c). Silvopastoralism and autochthonous equine livestock. Analysis of the infection by endoparasites. **Vet Parasitol.**, **164**: 357-362.
- FRANCISCO, I.; ARIAS, M.; CORTIÑAS, F.J.; FRANCISCO, R.; MOCHALES, E.; DACAL, V.; SUÁREZ, J.L.; URIARTE, J.; MORRONDO, P.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; DÍEZ-BAÑOS, P.; PAZ-SILVA, A. (2009a). Intrinsic factors influencing the infection by helminth parasites in horses under an oceanic climate area (NW Spain). **J Parasitol Res.**, Volume 2009, Article ID 616173, 5 pages, doi:10.1155/2009/616173
- FRANCISCO, I.; ARIAS, M.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; PAINCEIRA, A.; PARDO, M.; SUÁREZ, J.L.; DÍAZ, P.; CORTIÑAS, J.; SANMARTÍN, M.L.; PAZ-SILVA, A. (2007). Parásitos helmintos que afectan al caballo gallego. **X Congreso Ibérico de Parasitología**. Madrid, 15-20 de julio.
- FRANCISCO, I.; CORTIÑAS, F.J.; SÁNCHEZ, J.A.; FRANCISCO, R.; DACAL, V.; SUÁREZ, J.L.; MORRONDO, P.; VALERO, R.; LÓPEZ-ARELLANO, M.E.; SUÁREZ, J.; CASARIEGO, I.; MENDOZA DE GIVES, P.; ARIAS, M.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; PAZ-SILVA, A. (2009d). Lucha anti-parásitos. Investigación sobre métodos naturales preventivos. **Ecuestre**, **322**: 30-32.
- FRANCISCO, I.; SÁNCHEZ, J.A.; CORTIÑAS, F.J.; FRANCISCO, R.; MOCHALES, E.; ARIAS, M.; MULA, P.; SUÁREZ, J.L.; MORRONDO, P.; DÍEZ-BAÑOS, P.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; PAZ-SILVA, A. (2009b). Clinical trial of efficacy of ivermectin pour-on against gastrointestinal parasitic nematodes in silvopasturing horses. **Equine Vet J.**, **41**: 713-715.
- FRANCISCO, R. (2008). Parásitos helmintos que afectan al caballo gallego. Memoria de Licenciatura (Tesina). Facultade de Veterinaria de Lugo, Universidade de Santiago de Compostela.
- FRANCISCO, R. (2009). Desarrollo de un ELISA con antígenos de excreción/secreción para la detección de estrogilosis equina. Trabajo de Investigación Tutelado, Facultade de Veterinaria de Lugo, Universidade de Santiago de Compostela.

- GARCÍA-PÉREZ, A.L.; MUÑOZ, F.; POVEDANO, I.; JUSTE, R.A. (1994). Strongilosis en el ganado equino I. Sobre un caso de resistencia de los ciatostomas al mebendazol. **Med Vet.**, **11**.
- GENCHI, C.; MALNATI, G. (1976). Natural galactogenic infestation of the foal by *Strongyloides westeri*. **Parassitologia**, **18(1-3)**: 41-4
- GILES, C. J.; UQUHART, H.A.; LONGSTAFFE, J.A. (1985). Larval cyathostomiasis (immature trichonema-induced enteropathy): a report of 51 clinical cases. **Equine Vet J.**, **17**: 196-201.
- GOKBULUT, C.; NOLAN, A.M.; MCKELLAR, Q.A. (2001). Pharmacokinetic disposition and faecal excretion of pyrantel embonate following oral administration in horses. **J Vet Pharmacol Ther.**, **24**: 77-79.
- GÖKÇEN, A.; SEVGILI, M.; ALTAŞ, M.G.; CAMKERTEN, I. (2008). Presence of *Gasterophilus* species in Arabian horses in Sanliurfa region. **Turkiye Parazitol Derg.**, **32**: 337-339.
- GÓMEZ-RINCÓN, C.; URIARTE, J.; VALDERRÁBANO, J. (2006). Efficiency of *Duddingtonia flagrans* against trichostrongyle infections of sheep on mountain pastures. **Vet Parasitol.**, **141**: 84-90.
- GRUBBS, S.T.; AMODIE, D.; RULLI, D.; WULSTER-RADCLIFFE, M.; REINEMEYER, C.; YAZWINSKI, T.; TUCKER, C.; HUTCHENS, D.; SMITH, L.; PATTERSON, D. (2003). Field evaluation of moxidectin/praziquantel oral gel in horses. **Vet Ther.**, **4**: 249-256.
- GRUNER, L.; RAYNAUD, J.P. (1980). Technique allégée de prélèvements d'herbe et de numération pour juger de l'infestation des pâturages de bovins par des nématodes parasites. **Rev Méd Vét.**, **131**: 521-529.
- HASSLINGER, M.A. (1981). Effect of various temperatures on eggs and larvae of equine Strongyloidea under laboratory conditions and the behavior of these exogenous stages in the pasture. **Berl Munch Tierarztl Wochenschr.**, **94**: 1-5.
- HASSLINGER, M.A. (1981). Migratory behavior and occurrence of equine strongylid larvae and their importance in pasture management. **Berl Munch Tierarztl Wochenschr.**, **94**: 329-333.

- HASSLINGER, M.A.; BITTNER, G. (1984). Seasonal dynamics of equine strongyle larvae and its relations to the risk of infection at pasture. **Zentralbl Veterinarmed B.**, **31**: 25-31.
- HEARN, F.P.; PEREGRINE, A.S. (2003). Identification of foals infected with *Parascaris equorum* apparently resistant to ivermectin. **J Am Vet Med Assoc.**, **223**: 482-485.
- HERD, R.P.; WILLARDSON, K.L. (1985). Seasonal distribution of infective strongyle larvae on horse pastures. **Equine Vet J.**, **17**: 235-237.
- HERNÁNDEZ, S.; MARTÍNEZ-MORENO, A. (1999). **Sarcocistiosis equina**. Cordero y Rojo-Vázquez (eds). Parasitología Veterinaria. Ed. McGraw-Hill, Madrid (España).
- HOANE, J.S.; MORROW, J.K.; SAVILLE, W.J.; DUBEY, J.P.; GRANSTROM, D.E.; HOWE, D.K. (2005a). Enzyme-linked immunosorbent assays for detection of equine antibodies specific to *Sarcocystis neurona* surface antigens. **Clin Diagn Lab Immunol.**, **12**: 1050-1056.
- HOANE, J.S.; YEARGAN, M.R.; STAMPER, S.; SAVILLE, W.J.; MORROW, J.K.; LINDSAY, D.S.; HOWE, D.K. (2005b). Recombinant NhSAG1 ELISA: a sensitive and specific assay for detecting antibodies against *Neospora hughesi* in equine serum. **J Parasitol.**, **91**: 446-52.
- HODGKINSON, J.E.; CLARK, H.J.; KAPLAN, R.M.; LAKE, S.L.; MATTHEWS, J.B. (2008). The role of polymorphisms at beta tubulin isotype 1 codons 167 and 200 in benzimidazole resistance in cyathostomins. **Int J Parasitol.**, **38**: 1149-1160.
- HODGKINSON, J.E.; FREEMAN, K.L.; LICHTENFELS, J.R.; PALFREMANS, S.; MATTHEWS, J.B. (2005). Identification of strongyle eggs from antihelmintic treated horses using a PCR-ELISA based on intergenic DNA sequences. **Parasitol Res.**, **95**: 287-292.
- HÖGLUND, J.; LJUNGSTROM, B.L.; NILSSON, O.; LUNDGQUIST, H.; OSTERMAN, E.; UGGLA, A. (1997). Occurrence of *Gasterophilus intestinalis* and some parasitic nematodes of horses in Sweden. **Acta Vet Scand.**, **38**: 157-165.
- HÖGLUND, J.; NILSSON, O.; LJUNGSTRÖM, B.L.; HELLANDER, J.; LIND, E.O.; UGGLA, A. (1998). Epidemiology of *Anoplocephala perfoliata* infection in foals on a stud farm in south-western Sweden. **Vet Parasitol.**, **75**: 71-79.

- HOLM-MARTIN, M.; LEVOT, G.W.; DAWSON, K.L. (2005). Control of endoparasites in horses with a gel containing moxidectin and praziquantel. **Vet Rec.**, **156**: 835-838.
- IHLER, C.F.; ROOTWELT, V.; HEYERAAS, A.; DOLVIK, N.J. (1995). The prevalence and epidemiology of *Anoplocephala perfoliata* infection in Norway. **Vet Res Commun.**, **19**: 487-494.
- KAPLAN, R.M. (2002). Anthelmintic resistance in nematodes of horses. **Vet. Res.**, **33**: 491-507.
- KAPLAN, R.M. (2004). Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. **Trends Parasitol.**, **20**: 477-481.
- KAPLAN, R.M.; KLEI, T.R.; LYONS, E.T.; LESTER, G.; COURTNEY, C.H.; FRENCH, D.D.; TOLLIVER, S.C.; VIDYASHANKAR, A.N.; ZHAO, Y. (2004). Prevalence of anthelmintic resistant cyathostomes on horse farms. **J Am Vet Med Assoc.**, **225**: 903-910.
- KJAER, L.N.; LUNGHOLT, M.M.; NIELSEN, M.K.; OLSEN, S.N.; MADDOX-HYTTEL, C. (2007). Interpretation of serum antibody response to *Anoplocephala perfoliata* in relation to parasite burden and faecal egg count. **Equine Vet J.**, **39**: 529-533.
- KLEI, T.R. (1997). Immunological control of gastrointestinal nematode infections. **Vet Parasitol.**, **72**: 507-516.
- KLEI, T.R.; CHAPMAN, M.R. (1999). Immunity in equine cyathostome infections. **Vet. Parasitol.**, **85**: 123-133.
- KLEI, T.R.; REHBEIN, S.; VISSER, M.; LANGHOLFF, W.K.; CHAPMAN, M.R.; FRENCH, D.D.; HANSON, P. (2001). Re-evaluation of ivermectin efficacy against equine gastrointestinal parasites. **Vet Parasitol.**, **98**: 315-320.
- KORNAŚ, S.; NOWOSAD, B.; SKALSKA, M.; BOLOZ, T. (2004). Intestinal parasites infection of horses from riding clubs in Kraków area. **Wiad Parazytol.**, **50**: 323-327.
- KORNAŚ, S.; SKALSKA, M.; NOWOSAD, B.; GAWOR, J.; KHARCHENKO, V.; CABARET, J. (2009). Occurrence of strongyles (strongylidae) in horses from small farms on the basis of necropsy. **Pol J Vet Sci.**, **12**: 225-230.
- KOUDELA, B.; BODECEK, Š. (2006). Effects of low and high temperatures on viability of *Parascaris equorum* eggs suspended in water. **Vet Parasitol.**, **142**: 123-128.

- KUZMINA, T.A.; KHARCHENKO, V.O. (2008). Anthelmintic resistance in cyathostomins of brood horses in Ukraine and influence of anthelmintic treatments on strongylid community structure. **Vet Parasitol.**, **154**: 277-288.
- KUZMINA, T.A.; KUZMIN, Y.I.; KHARCHENKO, V.A. (2006). Field study on the survival, migration and overwintering of infective larvae of horse strongyles on pasture in central Ukraine. **Vet Parasitol.**, **141**: 264-272.
- LARSEN, M. (2000). Prospects for controlling animal parasitic nematodes by predacious micro fungi. **Parasitology**. 120 Suppl: S121-31.
- LARSEN, M.; NANSEN, P.; GRØNDAHL, C.; THAMSBORG, S.M.; GRØNVOLD, J.; WOLSTRUP, J.; HENRIKSEN, S.A.; MONRAD, J. (1996). The capacity of the fungus *Duddingtonia flagrans* to prevent strongyle infections in foals on pasture. **Parasitology**, **113**: 1-6.
- LARSEN, M.M.; LENDAL, S.; CHRIÉL, M.; OLSEN, S.N.; BJØRN, H. (2002). Risk factors for high endoparasitic burden and the efficiency of a single anthelmintic treatment of Danish horses. **Acta Vet Scand.**, **43**: 99-106.
- LENDAL, S.; LARSEN, M.M.; BJORN, H.; CRAVEN, J.; CHRIEL, M.; OLSEN, S.N. (1998). A questionnaire survey on nematode control practices on horse farms in Denmark and the existence of risk factors for the development of anthelmintic resistance. **Vet Parasitol.**, **78**: 49-63.
- LIA, R.P.; TRAVERSA, D.; IORIO, R.; OTRANTO, D.; KLEI, T.R.; RICCI, V.; GIANGASPERO, A. (2008). Preliminary molecular identification of drug resistant cyathostomes in Italy. **Vet Res Commun.**, **32**: S211-3.
- LICHTENFELS, J.R. (2008). Identification keys to strongylid nematode parasites of equids. Preface. **Vet Parasitol.**, **156**: 1-3.
- LIND, E.; EYSKER, M.; NILSON, L.; UGGLA, A.; HÖGLUND, J. (2003). Expulsion of small strongyle nematodes (cyathostomin spp) following deworming of horses on a stud farm in Sweden. **Vet Parasitol.**, **115**: 289-299.

- LIND, E.; UGGLA, A.; WALLER, P.; HÖGLUND, J. (2005). Larval development assay for detection of anthelmintic resistance in cyathostomins of Swedish horses. **Vet Parasitol.**, **128**: 261–269.
- LIND, E.O.; KUZMINA, T.; UGGLA, A.; WALLER, P.J.; HÖGLUND, J.A. (2007). Field study on the effect of some anthelmintics on cyathostomins of horses in Sweden. **Vet Res Commun.**, **31**: 53-65.
- LIND, E.O.; RAUTALINKO, E.; UGGLA, A.; WALLER, P.J.; MORRISON, D.A.; HÖGLUND, J. (2007). Parasite control practices on Swedish horse farms. **J Acta Vet Scand.**, **49**: 25.
- LIND, E.O.; UGGLA, A.; WALLER, P.; HÖGLUND, J. (2005). Larval development assay for detection of anthelmintic resistance in cyathostomins of Swedish horses. **Vet Parasitol.**, **128**: 261-269.
- LINDGREN, K.; LJUNGVALL, O.; NILSSON, O.; LJUNGSTRÖM, B.L.; LINDAHL, C.; HÖGLUND, J. (2008). *Parascaris equorum* in foals and in their environment on a Swedish stud farm, with notes on treatment failure of ivermectin. **Vet Parasitol.**, **151**: 337-343.
- LLOYD, S. (2009). Effects of previous control programmes on the proportion of horses shedding small numbers of strongyle-type eggs. **Vet Rec.**, **164**: 108-111.
- LLOYD, S.; SMITH, J.; CONNAN, R.M.; HATCHER, M.A.; HEDGES, T.R.; HUMPHREY, D.J.; JONES, A.C. (2000). Parasite control methods used by horse owners: factors predisposing to the development of anthelmintic resistance in nematodes. **Vet Rec.**, **146**: 487-492.
- LÓPEZ-DÍAZ, M.L.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; MOSQUERA-LOSADA, M.R. (2009). Influence of pasture botanical composition and fertilization treatments on tree growth. **Forest Ecol Manag.**, **257**: 1363-1372.
- LOVE, S.; DUNCAN, J.L. (1992). The development of naturally acquired cyathostome infection in ponies. **Vet Parasitol.**, **44**: 127-142.
- LOVE, S.; MCKEAND, J.B. (1997). Cyathostomosis: practical issues of treatment and control. **Equine Vet Educ.**, **9**: 253-256.
- LOVE, S.; MURPHY, D.; MELLOR, D. (1999). Pathogenicity of cyathostome infections. **Vet Parasitol.**, **85**: 115–122.

- LYON, S.; STEBBINGS, H.C.; COLES, G.C. (2000). Prevalence of tapeworms, bots and nematodes in abattoir horses in south-west England. **Vet Rec.**, **147**: 456-457.
- LYONS, E.T.; REINEMEYER, C.; SLOCOMBE, J.O. (2002). World association for the advancement of veterinary parasitology (WAAVP): second edition of guidelines for evaluating the efficacy of equine anthelmintics. **Vet Parasitol.**, **103**: 1-18.
- LYONS, E.T.; SWERCZEK, T.W.; TOLLIVIER, S.C.; BAIR, H.D.; DRUDGE, J.H.; ENNIS, L.E. (2000). Prevalence of selected species of internal parasites in equids at necropsy in central Kentucky (1995-1999). **Vet Parasitol.**, **92**: 51-62.
- LYONS, E.T.; TOLLIVER, S.C. (2003). Field test data on small strongyles in evaluation of activity of fenbendazole given once a day for 5 consecutive days to thoroughbred yearlings on two farms in Kentucky in 2002 and 2003. **Parasitol Res.**, **91**: 312-315.
- LYONS, E.T.; TOLLIVER, S.C.; COLLINS, S.S. (2006). Prevalence of large endoparasites at necropsy in horses infected with Population B small strongyles in a herd established in Kentucky in 1966. **Parasitol Res.**, **99**: 114-118.
- LYONS, E.T.; TOLLIVER, S.C.; COLLINS, S.S.; DRUDGE, J.H. (2001). Transmission of endoparasites in horse foals born on the same pasture on a farm in central Kentucky (1996-1999). **Vet Parasitol.**, **97**: 113-121.
- LYONS, E.T.; TOLLIVER, S.C.; IONITA, M.; COLLINS, S.S. (2008a). Evaluation of parasitocidal activity of fenbendazole, ivermectin, oxbendazole, and pyrantel pamoate in horse foals with emphasis on ascarids (*Parascaris equorum*) in field studies on five farms in Central Kentucky in 2007. **Parasitol Res.**, **103**: 287-291.
- LYONS, E.T.; TOLLIVER, S.C.; IONITA, M.; LEWELLEN, A.; COLLINS, S.S. (2008b). Field studies indicating reduced activity of ivermectin on small strongyles in horses on a farm in Central Kentucky. **Parasitol Res.**, **103**: 209-215.
- LYONS, E.T.; TOLLIVER, S.C.; RATHGEBER, R.A.; COLLINS, S.S. (2007). Parasite field study in central Kentucky on thoroughbred foals (born in 2004) treated with pyrantel tartrate daily and other parasiticides periodically. **Parasitol Res.**, **100**: 473-478.

- LYONS, E.T.; TOLLIVER, S.C; STAMPER, S.; DRUDGE, J.H.; GRANSTROM, D.E.; COLLINS, S.S. (1994). Transmission of some species of internal parasites in horses born in 1990, 1991, and 1992 in the same pasture on a farm in central Kentucky. **Vet Parasitol.** **152**: 257-69.
- MAFF (1986). Manual of Veterinary parasitological laboratory techniques. Ministry of Agriculture, fisheries and food, technical bulletin nº18. Ed. HMSO, London.
- MAIR, T.S.; SUTTON, D.G.; LOVE, S. (2000). Caecocaecal and caecocolic intussusceptions associated with larval cyathostomosis in four young horses. **Equine Vet J. Suppl.**, **32**: 77-80.
- MARCHIONDO, A.A.; WHITE, G.W.; SMITH, L.L.; REINEMEYER, C.R.; DASCANIO, J.J.; JOHNSON, E.G.; SHUGART, J.I. (2006). Clinical field efficacy and safety of pyrantel pamoate paste (19.13% w/w pyrantel base) against *Anoplocephala* spp. in naturally infected horses. **Vet Parasitol.**, **137**: 94-102.
- MARLEY, S.E.; HUTCHENS, D.E.; REINEMEYER, C.R.; HOLSTE, J.E.; PAUL, A.J.; REHBEIN, S. (2004). Antiparasitic activity of an ivermectin and praziquantel combination paste in horses. **Vet. Ther.**, **5**: 105-119.
- MÁRQUEZ, D. (2003). Resistencia a los antihelmínticos: origen, desarrollo y control. **Revista Corpoica**, **4**:55-71.
- MARTIN-DOWNUM, K.; YAZWINSKI, T.; TUCKER, C.; FINCHER, M.; RALPH, J.; HAMILTON, J. (2001). Cyathostome fecal egg count trends in horses treated with moxidectin, ivermectin or fenbendazole. **Vet Parasitol.**, **101**: 75-79.
- MATTHEE, S. (2003). Anthelmintic treatment in horses: the extra-label use of products and the danger of under-dosing. **J S Afr Vet Assoc.**, **74**: 53-56.
- McWILLIAM, H.E.; NISBET, A.J.; DOWDALL, S.M.; HODGKINSON, J.E.; MATTHEWS, J.B. (2010). Identification and characterisation of an immunodiagnostic marker for cyathostomin developing stage larvae. **Int J Parasitol.**, **40**: 265-275.
- MEANA, A. (2009). Control antiparasitario en equinos. **Monografía Equinus**, **23**: 72-86.
- MEANA, A.; LUZON, M.; CORCHERO, J; GÓMEZ-BAUTISTA, M. (1998). Reliability of coprological diagnosis of *Anoplocephala perfoliata* infection. **Vet Parasitol.**, **74**: 79-83.

- MEANA, A.; PATO, N.; MARTÍN, R.; MATEOS, A.; PÉREZ GARCÍA, J.; LUZÓN, M. (2005). Epidemiological studies on equine cestodes in central Spain: Infection pattern and population dynamics. **Vet Parasitol.**, **130**: 233-240.
- MERCIER, P.; CHICK, B.; ALVES-BRANCO, F.; WHITE, C.R. (2001). Comparative efficacy, persistent effect, and treatment intervals of antihelmintic pastes in naturally infected horses. **Vet Parasitol.**, **99**: 29-39.
- MFITILODZE, M.W.; HUTCHINSON, G.W. (1987). Development and survival of free-living stages of equine strongyles under laboratory conditions. **Vet Parasitol.**, **23**: 121-133.
- MFITILODZE, M.W.; HUTCHINSON, G.W. (1989). Prevalence and intensity of non-strongyle intestinal parasites of horses in northern Queensland. **Aust Vet J.**, **66**: 23-26.
- MFITILODZE, M.W.; HUTCHINSON, G.W. (1990). Prevalence and abundance of equine strongyles (Nematoda: Strongyloidea) in tropical Australia. **J Parasitol.**, **76**: 487-494.
- MILILLO, P.; BOECKH, A.; COBB, R.; OTRANTO, D.; LIA, R.P.; PERRUCCI, S.; DI REGALBONO, A.F.; BERARDO, P.; VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G.; DEMELER, J.; BARTOLINI, R.; TRAVERSA, D. (2009). Faecal Cyathostomin Egg Count distribution and efficacy of anthelmintics against cyathostomins in Italy: a matter of geography? **Parasit Vectors**, **2** Suppl 2: S4.
- MIRCK, M.H. (1981). An investigation into the epidemiology of Strongylidae infection in the horse in the Netherlands. **Vet Q.**, **3**: 98-100.
- MIRCK, M.H. (1981). Anthelmintic treatment in cases of cyathostomiasis in the horse (author's transl). **Tijdschr Diergeneeskd.**, **106**: 1281-1283.
- MIRCK, M.H. (1985) Chemotherapy of gastrointestinal nematodiasis in equines. In: Chemotherapy of Gastrointestinal Helminths. Eds Bossche, H.V., Thienpont, D. & Janssens, P.G. Springer-Verlag, Berlin. pp. 443-462.
- MOLENTO, M.B.; ANTUNES, J.; BENTES, R.N.; COLES, G.C. (2008). Anthelmintic resistant nematodes in Brazilian horses. **Vet Rec.**, **162**: 384-385.
- MONAHAN, C.J. (2000). Anthelmintic Control Strategies for Horses. Companion and Exotic Animal Parasitology. **International Veterinary Information Service**, www.ivis.org.

- MOSQUERA-LOSADA, M.R.; LÓPEZ-DÍAZ M.L.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A. (2001). Sewage sludge fertiliser of a silvopastoral system with pines in Northwestern Spain. **Agroforest Syst.**, **53**: 1-10.
- MURPHY, D.; LOVE, S. (1997). The pathogenic effects of experimental cyathostome infections in ponies. **Vet Parasitol.**, **70**: 99-110.
- NIELSEN, M.K.; HAANING, N.; OLSEN, S.N. (2006a). Strongyle egg shedding consistency in horses on farms using selective therapy in Denmark. **Vet Parasitol.**, **135**: 333-335.
- NIELSEN, M.K.; KAPLAN, R.M.; THAMSBORG, S.M.; MONRAD, J.; OLSEN, S.N. (2007). Climatic influences on development and survival of free-living stages of equine strongyles: implications for worm control strategies and managing anthelmintic resistance. **Vet J.**, **174**: 23-32.
- NIELSEN, M.K.; MONRAD, J.; OLSEN, S.N. (2006b). Prescription-only anthelmintics--a questionnaire survey of strategies for surveillance and control of equine strongyles in Denmark. **Vet Parasitol.**, **135**: 47-55.
- NILSSON, O.; LJUNGSTRÖM, B.L.; HÖGLUND, J.; LUNDQUIST, H.; UGGLA, A. (1995). *Anoplocephala perfoliata* in horses in Sweden: prevalence, infection levels and intestinal lesions. **Acta Vet Scand.**, **36**: 319-328.
- O'MEARA, B.; MULCAHY, G. (2002). A survey of helminth control practices in equine establishments in Ireland. **Vet. Parasitol.**, **109**: 101-110.
- OGBOURNE, C.P. (1972). Observations on the free-living stages of strongylid nematodes of the horse. **Parasitology**, **64**: 461-477.
- OSTERMAN LIND, E.; HÖGLUND, J.; LJUNGSTRÖM, B.L.; NILSSON, O.; UGGLA, A. (1999). A field survey on the distribution of strongyle infections of horses in Sweden and factors affecting faecal egg counts. **Equine Vet J.**, **31**: 68-72.
- OTRANTO, D.; MILILLO, P.; CAPELLI, G.; COLWELL, D.D. (2005). Species composition of *Gasterophilus* spp. (Diptera, Oestridae) causing equine gastric myiasis in southern Italy: parasite biodiversity and risks for extinction. **Vet Parasitol.**, **133**: 111-118.

- PANDEY, V.S.; OUHELLI, H.; ELKHALFANE, A. (1980). Observations on the epizootiology of *Gasterophilus intestinalis* and *G. nasalis* in horse in Morocco. **Vet Parasitol.**, **7**: 347-356.
- PANITZ, E. (1978). Occurrence of second and third instars of *Gasterophilus intestinalis* and *Gasterophilus nasalis* in horses in the mid-atlantic United States. **Vet. Parasitol.**, **4**: 161-166.
- PASCOE, R.J.; WILSON, T.J.; COLES, G.C. (1999). Nematode control in eventer horses. **Vet Rec.** **145**: 200-201.
- PAZ-SILVA, A.; FRANCISCO, R.; SANNA, G.; FRANCISCO, I.; CORTIÑAS, F.J.; SÁNCHEZ, J.A.; ARIAS, M.; SUÁREZ, J.L.; MORRONDO, P.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R. (2010). FPLC-isolation of antigens from cyathostomin third stage larvae. Potential application to the evaluation of chemotherapy in horses under field conditions. **Parasitol Res. (en prensa)**
- PAZ-SILVA, A.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; FRANCISCO, I. (2008). Diagnóstico de parasitosis equinas. **Monografía Equinus**, **23**: 46-63.
- PEREGRINE, A.S.; MCEWEN, B.; BIENZLE, D.; KOCH, T.G.; WEESE, J.S. (2006). Larval cyathostominosis in horses in Ontario: an emerging disease? **Can Vet J.** **47**: 80-82.
- PEREIRA, J.R.; VIANNA, S.S. (2006). Gastrointestinal parasitic worms in equines in the Paraíba Valley, State of São Paulo, Brazil. **Vet Parasitol.**, **140**: 289-295.
- PÉREZ, R.; CABEZAS, I.; GARCÍA, M.; RUBILAR, L.; SUTRA, J.F.; GALTIER, P.; ALVINERIE, M. (1999). Comparison of the pharmacokinetics of moxidectin (Equest) and ivermectin (Eqvalan) in horses. **J Vet Pharmacol Therap.**, **22**: 174-180.
- PÉREZ, R.; CABEZAS, I.; SUTRA, J.F.; GALTIER, P.; ALVINERIE, M. (2001). Faecal excretion profile of moxidectin and ivermectin after oral administration in horses. **Vet J.**, **161**: 85-92.
- PÉREZ, R.; GODOY, C.; PALMA, C.; CABEZAS, I.; MUÑOZ, L.; RUBILAR, L.; RBOIX, M.; ALVINERIE, M. (2002). Plasma Profiles of Ivermectin in horse following Oral or Intramuscular Administration. **J Vet Med. A**, **50**: 297-302.
- PITEL, P.H.; LINDSAY, D.S.; CAURE, S.; ROMAND, S.; PRONOST, S.; GARGALA, G.; MITCHELL, S.M.; HARY, C.; THULLIEZ, P.; FORTIER, G.; BALLEZ, J.J. (2003b). Reactivity against *Sarcocystis neurona* and *Neospora* by serum antibodies in healthy French horses from

- two farms with previous equine protozoal myeloencephalitis-like cases. **Vet Parasitol.**, **111**: 1-7.
- PITEL, P.H.; PRONOST, S.; GARGALA, G.; ANRIOUD, D.; TOQUET, M.P.; FOUCHER, N.; COLLOBERT-LAUGIER, C.; FORTIER, G.; BALLE, J.J. (2002). Detection of *Sarcocystis neurona* antibodies in French horses with neurological signs. **Int J Parasitol.**, **32**: 481-485.
- PITEL, P.H.; ROMAND, S.; PRONOST, S.; FOUCHER, N.; GARGALA, G.; MAILLARD, K.; THULLIEZ, P.; COLLOBERT-LAUGIER, C.; TAINURIER, D.; FORTIER, G.; BALLE, J.J. (2003a) . Investigation of *Neospora* sp. antibodies in aborted mares from Normandy, France. **Vet Parasitol.**, **118**: 1-6.
- PRINCIPATO, M. (1989). Observations on the occurrence of five species of *Gasterophilus* larvae in free ranging horses in Umbria, central Italy. **Vet Parasitol.**, **31**: 173-177.
- PROUDMAN, C.J.; EDWARDS, G.B. (1992). Validation of a centrifugation/flotation technique for the diagnosis of equine cestodiasis. **Vet Rec.**, **131**: 71-72.
- PROUDMAN, C.J.; FRENCH, N.P.; TREES, A.J. (1998). Tapeworm infection is a significant risk factor for spasmodic colic and ileal impaction colic in the horse. **Equine Vet J.**, **30**: 194-199.
- RAMAJO MARTÍN, V.; OLEAGA PÉREZ, A. (1999). **Gastrofilosis**. Codero y Rojo-Vázquez (eds). Parasitología Veterinaria. Ed. McGraw-Hill, Madrid (España).
- RAMSEY, Y.H.; CHRISTLEY, R.M.; MATTHEWS, J.B.; HODGKINSON, J.E.; MCGOLDRICK, J.; LOVE, S. (2004). Seasonal development of Cyathostominae larvae on pasture in a northern temperate region of the United Kingdom. **Vet Parasitol.**, **119**: 307-318.
- REHBEIN, S., VISSER, M.; WINTER, R. (2004) Untersuchungen zu Parasitenbefall bei 400 Schlachtpferden in Ostbayern. **Abstracts DVG-Tagung Parasitologie und Parasitäre Krankheiten**. Starnberg, Germany, June 9 to 11, 2004. p 2.
- REHBEIN, S.; VISSER, M.; YOON, S.; MARLEY, E. (2007). Efficacy of a combination ivermectin/praziquantel paste against nematodes, cestodes and bots in naturally infected ponies. **Vet Rec.**, **161**: 722-724.

- REINEMEYER, C.R.; NIELSEN, M.K. (2009). Parasitism and colic. **Vet Clin North Am Equine Pract.**, **25**: 233-45.
- REINEMEYER, C.R.; SCHOLL, P.J.; ANDREWS, F.M.; ROCK, D.W. (2000). Efficacy of moxidectin equine oral gel against endoscopically-confirmed *Gasterophilus nasalis* and *Gasterophilus intestinalis* (Diptera: Oestridae) infections in horses. **Vet Parasitol.**, **88**: 287-291.
- REINEMEYER, C.R.; SMITH, L.L.; YOON, S.; MARLEY, E. (2003). Field efficacy of ivermectin plus praziquantel oral paste against naturally acquired gastrointestinal nematodes and cestodes of horses in North America and Europe. **Vet Ther.**, **4**: 220-227.
- REINEMEYER, R.; HENTON, J.E.; (1987). Observations on equine strongyle control in southern temperate USA. **Equine Vet J.**, **19**: 505-508.
- RIBBECK, R.; HEIDE, H.; SCHICHT, W.; HIEPE, T. (1983). Contribution to the parasitic fauna of the GDR (German Democratic Republic). 7. Occurrence of *Gasterophilus* larvae (Diptera: Gasterophilidae) in horses. **Angew Parasitol.**, **24**: 39-49.
- RODRIGUES, R.M.; DE OLIVEIRA, M.C.; SOPELETE, M.C.; SILVA, D.A.; CAMPOS, D.M.; TAKETOMI, E.A.; COSTA-CRUZ, J.M. (2007). IgG1, IgG4, and IgE antibody responses in human strongyloidiasis by ELISA using *Strongyloides ratti* saline extract as heterologous antigen. **Parasitol Res.**, **101**: 1209-1214.
- RODRÍGUEZ-BERTOS, A.; CORCHERO, J.; CASTAÑO, M.; PEÑA, L.; LUZÓN, M.; GÓMEZ-BAUTISTA, M. (1999). Pathological alterations caused by *Anoplocephala perfoliata* infection in the ileocecal junction of equids. **J Vet Med.**, **46**: 261–269.
- ROJO-VÁZQUEZ, F.R.; MEANA, A. (2008). Resistencia antihelmíntica. **Monografía Equinus**, **23**: 88-101.
- ROMANIUK, K.; RESZKA, K.; LASOTA, E. (2004). Influence of animal breeding manner on the occurrence of internal parasites. **Wiad. Parazytol.**, **50**: 647-651.
- ROYCE, L.A.; ROSSIGNOL, P.A.; KUBITZ, M.L.; BURTON, F.R. (1999). Recovery of a second instar *Gasterophilus* larva in a human infant: a case report. **Am J Trop Med Hyg.**, **60**: 403-404.

- RUBILAR, L.; DONOSO S.; DÍAZ, L.; GODOY, C.; MUÑOZ, L.; PÉREZ, R. (2001). Anthelmintic efficacy of three endectocides administered by oral route in horses. **Arch Med Vet.**, **33**: nº 1.
- RUPASHINGE, D.; OGBOURNE, C.P. (1978). Laboratory studies on the effect of temperature on the development of the free-living stages of some strongylid nematodes of the horse. **Z Parasitenk.**, **55**: 249–253.
- SANADA, Y.; SENBA, H.; MOCHIZUKI, R.; ARAKAKI, H.; GOTOH, T.; FUKUMOTO, S.; NAGAHATA, H. (2009). Evaluation of marked rise in fecal egg output after bithionol administration to horse and its application as a diagnostic marker for equine *Anoplocephala perfoliata* infection. **J Vet Med Sci.**, **71**: 617-20.
- SÁNCHEZ GÓMEZ, J.A. (2008). Nuevas perspectivas del tratamiento antiparasitario en caballos salvajes. Trabajo de Investigación Tutelado, Facultad de Veterinaria de Lugo, Universidade de Santiago de Compostela.
- SÁNCHEZ, J.A.; FRANCISCO, I.; CORTIÑAS, F.J.; FRANCISCO, R.; DACAL, V.; VÁZQUEZ, L.; PATO, F.J.; SUÁREZ, J.; CASARIEGO, I.; CAZAPAL, C.; SUÁREZ, J.L.; ARIAS, M.; RIGUEIRO, A.; DÍEZ-BAÑOS, P.; SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; PAZ-SILVA, A. (2010). Aliado de la naturaleza. El caballo y su ayuda en la prevención de incendios. **Ecuestre**, **323**: 14-17.
- SÁNCHEZ-ANDRADE R, PAZ-SILVA A, SUÁREZ JL, PANADERO R, PEDREIRA J, LÓPEZ C, DÍEZ-BAÑOS P, MORRONDO P. (2002). Influence of age and breed on natural bovine fasciolosis in an endemic area (Galicia, NW Spain). **Vet Res Commun.**, **26**: 361-370.
- SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; CORTIÑAS, F.J.; FRANCISCO, I.; SÁNCHEZ, J.A.; MULA, P.; CAZAPAL, C.; VÁZQUEZ, L.; SUÁREZ, J.L.; FRANCISCO, R.; ARIAS, M.S.; DÍEZ-BAÑOS, P.; SCALA, A.; PAZ-SILVA, A. (2010). A novel second instar *Gasterophilus* excretory/secretory antigen-based ELISA for the diagnosis of gasterophilosis in grazing horses. **Vet Parasitol. (en prensa)**
- SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; PAZ-SILVA, A.; SUÁREZ, J.; PANADERO, R.; DÍEZ-BAÑOS, P.; MORRONDO, P. (2000). Use of a sandwich-enzyme-linked immunosorbent assay (SEA)

- for the diagnosis of natural *Fasciola hepatica* infection in cattle from Galicia (NW Spain). **Vet Parasitol.**, **93**: 39-46.
- SÁNCHEZ-ANDRADE, R.; ROMERO, J.A.; SUÁREZ, J.L.; PEDREIRA, J.; DÍAZ, P.; ARIAS, M.; PAZ-SILVA, A.; PANADERO, R.; DÍEZ-BAÑOS, P.; MORRONDO, P.; SCALA, A. (2005). Comparison of *Oestrus ovis* metabolic and somatic antigens for the immunodiagnosis of the zoonotic myiasis oestrosis by immunoenzymatic probes. **Immunol Invest.**, **34**: 91-99.
- SANDIN, A.; SKIDELL, J.; HÄGGSTRÖM, J.; NILSSON, G. (2000). Postmortem findings of gastric ulcers in Swedish horses older than age one year: a retrospective study of 3715 horses (1924-1996). **Equine Vet J.**, **32**: 36-42.
- SANDIN, A.; SKIDELL, J.; HAGGSTROM, J; GIRMA, K.; NILSSON, G. (1999). Post-mortem findings of gastric ulcers in Swedish horses up to one year of age: a retrospective study 1924-1996. **Acta Vet Scand.**, **40**: 109-120.
- SCHOUGAARD, H.; NIELSEN, M.K. (2007). Apparent ivermectin resistance of *Parascaris equorum* in foals in Denmark. **Vet Rec.**, **160**: 439-440.
- SCHUMACHER, J.; LIVESEY, L.; DEGRAVES, F.; BLAGBURN, B.; ZISKA, S.; CALDWELL, M.; BROCK, K. (2009). Efficacy of moxidectin against cyathostomins after long-term use in a large herd of draught horses with a high stocking density. **Vet Rec.**, **164**: 652-654.
- SEQUEIRA, J.L.; TOSTES, R.A.; OLIVEIRA-SEQUEIRA, T.C. (2001). Prevalence and macro- and microscopic lesions produced by *Gasterophilus nasalis* (Diptera: Oestridae) in the Botucatu Region, SP, Brazil. **Vet Parasitol.**, **102**: 261-266.
- SHARIR, B.; PIPANO, E.; MARKOVICS, A.; DANIELI, Y. (1987). Field studies on gastrointestinal infestation in Israeli Horses. **Isr J Vet Med.**, **43**: 223-227.
- SIEVERS, G.; WEBER, B. (2005). Período de oviposición de *Gasterophilus nasalis* y *G. intestinalis* en equinos: VIII Región, Chile. **Arch Med Vet.**, **37**: 169-172.
- SILVA, A.V.; COSTA, H.M.; SANTOS, H.A.; CARVALHO, R.O.(1999). Cyathostominae (Nematoda) parasites of *Equus caballus* in some Brazilian states. **Vet Parasitol.**, **86**: 15-21.

- SLIVINSKA, K. (2006): The gastro-intestinal parasites community of the Przewalski's horse, *Equus przewalskii* Poljakov, 1881, and the domestic horse in the Chernobyl exclusion zone. **Wiad Parazytol.**, **52**: 55-58.
- SLOCOMBE, J.O. (2004). A modified critical test for the efficacy of pyrantel pamoate for *Anoplocephala perfoliata* in equids. **Can J Vet Res.**, **68**: 112-117.
- SLOCOMBE, J.O., (2006). A modified critical test and its use in two dose titration trials to assess efficacy of praziquantel for *Anoplocephala perfoliata* in equids. **Vet Parasitol.**, **136**: 127–135.
- SLOCOMBE, J.O.; COTE, J.F.; DE GANNES, R.V. (2008). The persistence of benzimidazole-resistant cyathostomes on horse farms in ontario over 10 years and the effectiveness of ivermectin and moxidectin against these resistant strains. **Can Vet J.** **49**: 56-60.
- SLOCOMBE, J.O.; DE GANNES, R.V. (2006). Cyathostomes in horses in Canada resistant to pyrantel salts and effectively removed by moxidectin. **Vet Parasitol.**, **140**: 181-184.
- SLOCOMBE, J.O.; DE GANNES, R.V.; LAKE, M.C. (2007). Macrocyclic lactone-resistant *Parascaris equorum* on stud farms in Canada and effectiveness of fenbendazole and pyrantel pamoate. **Vet Parasitol.** **145**: 371-376.
- SOTIRAKI, S.T.; BADOUVAS, A.G.; HIMONAS, C.A. (1997). A survey on the prevalence of internal parasites of equines in Macedonia and Thessalis-Greece. **J Equine Vet Sci.**, **10**: 550-552.
- SOULSBY, E.J.L. (1982). Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals. Baillière Tindall, London, UK.
- SOULSBY, L. (2007). New concepts in strongyle control and anthelmintic resistance: the role of refugia. **Vet J.**, **174**: 6-7.
- STEINBACH, T.; BAUER, C.; SASSE, H.; BAUMGÄRTNER, W.; REY-MORENO, C.; HERMOSILLA, C.; DAMRIYASA, I.M.; ZAHNER, H. (2006). Small strongyle infection: consequences of larvicidal treatment of horses with fenbendazole and moxidectin. **Vet Parasitol.**, **139**: 115-131.
- SWEENEY, H.J. (1990). The prevalence and pathogenicity of *Gasterophilus intestinalis* larvae in horses in Ireland. **Irish Vet J.**, **43**: 67-73.

- TARAZONA VILAS, J.M. (1999). **Coccidiosis y otras protozoosis**. Codero y Rojo-Vázquez (eds). Parasitología Veterinaria. Ed. McGraw-Hill, Madrid (España).
- TAYLOR, E.L. (1939). Technique for the estimation of pasture infestation by strongyloid larvae. **Parasitol.**, **31**: 473–478.
- TAYLOR, K.; HILL, A.; COLES, G. (2002). *Gasterophilus* in dogs. **Vet Rec.**, **150**: 192.
- TAYLOR, S.M.; KENNY, J. (1995). Comparison of moxidectin with ivermectin and pyrantel embonate for reduction of faecal egg counts in horses. **Vet Rec.**, **137**: 516-518.
- THRUSFIELD, M. (2005). Veterinary epidemiology. 3rd edition. **Blackwell Science**, Oxford, England.
- TOGUCHI, M.; YOSHIHARA, T.; OTAKE, K. (2004). Evaluation of anthelmintic efficacy of bithionol paste against tapeworms naturally infected in horses, by fecal examination and necropsy; a critical trial. **J Equine Sci.**, **15**: 37–41.
- TRAILL, P. (2008). *Parascaris equorum* resistance to moxidectin? **Vet Rec.**, **162**: 491.
- TRAVERSA, D.; FICHI, G.; CAMPIGLI, M.; RONDOLOTTI, A.; IORIO, R.; PROUDMAN, C.J.; PELLEGRINI, D.; PERRUCCI, S. (2008). A comparison of coprological, serological and molecular methods for the diagnosis of horse infection with *Anoplocephala perfoliata* (Cestoda, Cyclophyllidea). **Vet Parasitol.**, **152**: 271-277.
- TRAVERSA, D.; IORIO, R.; OTRANTO, D.; GIANGASPERO, A.; MILILLO, P.; KLEI, T.R. (2009). Species-specific identification of equine cyathostomes resistant to fenbendazole and susceptible to oxibendazole and moxidectin by macroarray probing. **Exp Parasitol.**, **121**: 92-95.
- TRAVERSA, D.; KLEI, T.R.; IORIO, R.; PAOLETTI, B.; LIA, R.P.; OTRANTO, D.; SPARAGANO, O.A.; GIANGASPERO, A. (2007). Occurrence of anthelmintic resistant equine cyathostome populations in central and southern Italy. **Prev Vet Med.**, **82**: 314-320.
- TRAVERSA, D.; KUZMINA, T.; KHARCHENKO, V.A.; IORIO, R.; KLEI, T.R.; OTRANTO, D. (2008b). Haplotypic variability within the mitochondrial gene encoding for the cytochrome c oxidase 1 (cox1) of *Cylicocyclus nassatus* (Nematoda, Strongylida): evidence for an

- affiliation between parasitic populations and domestic and wild equid hosts. **Vet Parasitol., 156:** 241-247.
- TRAWFORD, A.F.; BURDEN, F.A.; HODGKINSON, J. (2005). Suspected moxidectin resistance in cyathostomes in two donkey herds at The Donkey Sanctuary, UK. **Proceedings of the 20th International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology.**
- TROTZ-WILLIAMS, L.; PHYSICK-SHEARD, P.; MCFARLANE, H.; PEARL, D.L.; MARTIN, S.W.; PEREGRINE, A.S. (2008). Occurrence of *Anoplocephala perfoliata* infection in horses in Ontario, Canada and associations with colic and management practices. **Vet Parasitol., 153:** 73-84.
- UHLINGER, C. (1990). Effects of three anthelmintic schedules on the incidence of colic in horses. **Equine Vet J., 22:** 251-254.
- UHLINGER, C.A. (1993). Uses of faecal egg count data in equine practice. **Comp Cont Ed Pract Vet., 15:** 742-748.
- URQUHART, G.M.; ARMOUR, J.; DUNCAN, J.L.; DUNN, A.M.; JENNINGS, F.W. (2001). Parasitología Veterinaria. Ed. ACRIBIA, S.A. Zaragoza (España).
- UTZINGER, J.; RINALDI, L.; LOHOURIGNON, L.K.; ROHNER, F.; ZIMMERMANN, M.B.; TSCHANNEN, A.B.; N'GORAN, E.K.; CRINGOLI, G. (2008). FLOTAC: a new sensitive technique for the diagnosis of hookworm infections in humans. **Trans R Soc Trop Med Hyg., 102:** 84-90.
- VALDEZ, R.A.; DIPIETRO, J.A.; PAUL, A.J.; LOCK, T.F.; HUNGERFORD, L.L.; TODD, K.S. (1995). Controlled efficacy study of the bioequivalence of Strongid C and generic pyrantel tartrate in horses. **Vet Parasitol., 60:** 83-102.
- VERCRUYSSSE, J.; EYSKER, M.; DEMEULENAERE, D.; SMITS, K.; DORNY, P. (1998). Persistence of the efficacy of a moxidectin gel on the establishment of cyathostominae in horses. **Vet Rec., 143:** 307-309.

- VERONESI, F.; MORETTA, I.; MORETTI, A.; FIORETTI, D.P.; GENCHI, C. (2009). Field effectiveness of pyrantel and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment in Italian horse farms. **Vet. Parasitol.**, **161**: 138-41.
- VON SAMSON-HIMMELSTJERNA G. (2006). Molecular diagnosis of anthelmintic resistance. **Vet Parasitol.**, **136**: 99-107.
- VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G.; FRITZEN, B.; DEMLER, J.; SCHÜRSMANN, S.; ROHN, K.; SCHNEIDER, T.; EPE, C. (2007). Cases of reduced cyathostomin egg reappearance period and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment as well as survey on pyrantel efficacy on German horse farms. *Vet Parasitol.*, **144**: 74-80.
- VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G.; TRAVERSA, D.; DEMELER, J.; ROHN, K.; MILILLO, P.; SCHURMANN, S.; LIA, R.; PERRUCCI, S.; DI REGALBONO, A.F.; BERALDO, P.; BARNES, H.; COBB, R.; BOECKH, A. (2009). Effects of worm control practices examined by a combined faecal egg count and questionnaire survey on horse farms in Germany, Italy and the UK. **Parasit Vectors**, **2** Suppl 2: S3.
- VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G.; VON WITZENDORFF, C.; SIEVERS, G.; SCHNIEDER, T (2002). Comparative use of faecal egg count reduction test, egg hatch assay and beta-tubulin codon 200 genotyping in small strongyles (cyathostominae) before and after benzimidazole treatment. **Vet Parasitol.**, **108**: 227-235.
- WALL, R.; SHEARER, D. (1991) *Veterinary Ectoparasites. Biology, Pathology and Control*. 2nd ed. Oxford, Blackwell Science. pp 114-142.
- WRIGHT, A.I. (1972). Verminous arteritis as a cause of colic in the horse. **Equine Vet J.**, **4**: 169.
- ZUMPT, F. (1965). Myiasis in Man and Animals in the Old World. Butterwoths, London, UK. pp. 111-128.