



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EFFECTO ANTIPARASITARIO DE IVERMECTINA
INYECCIONABLE AL 1% APLICADA EN ÉQUIDOS DE
TRABAJO POR VÍA ORAL.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
LUIS ALBERTO HUERTA LÓPEZ

Asesores:

**MVZ M.C. HORACIO CHAVIRA CEVILLA
MVZ. EVANGELINA ROMERO CALLEJAS**



MÉXICO, D.F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mi padre: Aurelio David

A mi madre: María de Lourdes

Por darme la vida y la enseñanza durante todos estos años para ser el hombre que soy, así como a mis hermanos, mediante todo su esfuerzo teniendo ellos como única herencia y raíz la humildad la cual supieron cultivar y ahora cosechar, gracias a ello han logrado cumplir uno más de sus sueños a pesar de todas las adversidades que el destino les ha impuesto, todos mis logros y lo que esta vida me permita alcanzar será gracias a ellos y a que su Dios, mi Dios, se los ha permitido. Que me permita conservarlos con salud muchas décadas más.

A mis hermanos:

Julio David y Oscar Né

Que compartieron conmigo una feliz infancia que no cambiaría por nada en la vida y porque ahora seguimos más unidos que nunca. De la misma manera que Dios los conserve con salud y nos permita seguir juntos adelante.

A Mi Abuelita Margarita †:

Quien junto a mi tía Petra † y sus oraciones día con día nos llenaron de bendiciones para que nuestro Dios permitiera nuestra salud, felicidad y ser lo que somos. Nunca las olvidaré.

A mi abuelita Marcela y mi tía Esperanza:

Por compartir con nosotros todos estos años de vida y afrontar junto a mis padres todo lo que la vida nos ha traído.

A Mis tías Ángela, Rosario y Margarita:

Por las alegrías, tristezas y el apoyo mutuo que siempre han compartido con mis padres.

A mis primos y primas:

Por los momentos de alegría que pasamos durante nuestra infancia y ahora como adultos.

A mis Sobrinos Angélica y Julio:

Que se han dado una nueva razón y alegría a nuestro hogar.

A Cecy:

Flaquita... por todos los instantes que pasamos juntos... Gracias.

¡GRACIAS DIOS!

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, Máxima casa de estudios.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Al Colegio de Ciencias y Humanidades Vallejo.

A la Secundaria 131 Belisario Domínguez.

A la primaria Calixto A. Rodríguez.

Por permitir mi formación profesional dentro de sus aulas y con sus profesores, los cuales son clave en toda mi formación profesional.

Al M.V.Z. Alfredo López Cabañas.

Por ser el mayor de mis maestros, compartirme sus conocimientos, darme grandes oportunidades y ser el colaborador más importante en el desarrollo de este trabajo.

A mi asesor y jefe M.V.Z. Horacio Chavira Sevilla

Por la gran oportunidad, confianza y apoyo que me ha dado en este programa y en la elaboración de esta tesis.

A mi asesora M.V.Z. Evangelina Romero Callejas.

Por darme la oportunidad y el apoyo extra para el desarrollo de este trabajo.

Al jurado calificador de esta tesis, M.V.Z. Ramiro Calderón V., M.V.Z. Frida Salmerón S., M.V.Z. J. Antonio Figueroa C., y M.V.Z. David Páez Esquilano.

Por sus consejos para la mejor elaboración y presentación de esta tesis.

Al Programa “The Donkey Sanctuary – International League for the Protection of Horses – Universidad Nacional Autónoma de México”

Aline S. Aluja, Joe Anzuino, Rob Nichols y Andrew Trawford: Por permitir durante todos estos años mi aplicación profesional dentro de las clínicas ambulatorias, tan necesarias e importantes para el desarrollo del campesino mexicano y sus équidos de trabajo. Lugar donde se desarrollo la parte práctica y el financiamiento de esta tesis.

A mis amigos Edna, Toño y Emanuel

Por compartir con ustedes los mejores momentos, buenos y malos, que vive cada estudiante en esta Facultad.

A mis compañeros del DS – ILPH – UNAM

Ángel Granillo, Omar Prado, Mauro Madariaga, Pilar de la Rosa, Mariano Hernández, Marco Torres, Marcos Granillo, Guadalupe Flores, Luis Aguilar, Ana María, Ángeles Torres, Elena Arrollo y Bertha Fuentes.

A Guadalupe Sánchez y Mar de los Ángeles por su apoyo desinteresado para el logro de los resultados.

A todos mis amigos incontables de servicio social y voluntarios que compartieron

conmigo una etapa de su vida en este programa, colaboradores también en esta tesis. A todos los campesinos que el programa les ha dado atención de la misma manera en la que ellos nos han brindado su amistad, sobre todo a los propietarios de los équidos que desinteresadamente permitieron muestrear a sus animales para la realización de este trabajo.

“...No dejes de soñar cuando cierres tus ojitos, no para dormir si no para imaginarlos, ellos se harán realidad. En los míos tú eres parte fuerte de ellos.”

Luis H. 4 – Marzo - 07

CONTENIDO

	Pagina
RESUMEN.....	1
SUMMARY.....	2
1. INTRODUCCION.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Estrongilidosis.....	6
1.3. Ascaridiasis.....	20
1.4. Ivermectina.....	22
2. HIPOTESIS.....	27
3. OBJETIVOS.....	28
4. MATERIAL Y METODOS.....	29
5. RESULTADOS	33
6. DISCUSION.....	37
7. CONCLUSIONES.....	39
8. REFERENCIAS.....	40

Efecto antiparasitario de ivermectina inyectable al 1% aplicada en équidos de trabajo por vía oral. Luis Alberto Huerta López. Asesores MVZ MC Horacio Chavira Sevilla y MVZ Evangelina Romero Callejas.

Resumen

En el presente estudio se evaluó el modelo antiparasitario de ivermectina en presentación inyectable indicado para ganado (bovino, ovino, caprino y porcino), administrada por vía oral en équidos de trabajo como antiparasitario rotatorio, se decidió comprobar científicamente que la administración oral de la ivermectina inyectable no impide que este fármaco tenga un efecto al 100% contra nematodos intestinales. Se utilizaron 54 équidos (equinos, asnos e híbridos) de labores agrícolas de los estados de México, Tlaxcala y el D. F. a los cuales se les mantuvo en su hábitat natural con pastoreo diurno en pradera y encierro nocturno durante la investigación, a cada uno de los cuales se les administró una dosis de ivermectina inyectable (200µg/Kg.) de acuerdo a su peso, utilizando la vía oral. En el estudio coproparasitoscópico (McMaster) todos fueron positivos a la presencia de huevos de nematodos intestinales tras los resultados de laboratorio correspondientes arrojados en el primer muestreo el cual se realizó justo antes de la administración de la ivermectina. El segundo muestreo se realizó entre 15 y 30 días después de la administración de la ivermectina, de los cuales 52 de los 54 équidos resultaron negativos en el conteo de huevos. El análisis estadístico muestra diferencia significativa ($P=0.0001$) en el número de HPGH (huevos por gramo de heces) antes y después de aplicar la ivermectina. Los animales no presentaron ningún efecto clínico secundario tras la aplicación vía oral de la ivermectina inyectable.

Antiparasitic effect of injectable ivermectin at 1 % in working equids, applied by oral route. Luis Alberto Huerta López. Advisers: MVZ MC Horacio Chavira Sevilla and MVZ Evangelina Romero Callejas.

Summary

The present study evaluates the antiparasitic model of ivermectin in injectable presentation indicated for cattle (bovine, sheep, caprine and pig) administered by oral route in working equids as a rotating antiparasitic, it was designed to verify scientifically that the oral administration of the injectable ivermectin does not prevent this medicine from having a 100 % effect against intestinal nematods. 54 equids were used (equine, donkeys and hybrids), taken from regular labor work performed at the Estado de México, Tlaxcala and Mexico City., all of whom were kept, during the investigation, in their natural habitat, with daily pasturing in the prairie and nightly lock-ups; to each one of them a dose of injectable ivermectin (200µg/Kg.) was administered in accordance to their weight, using the oral route. In the coproparasitoscopic study (McMaster) all of them tested positive to the presence of intestinal nematod eggs after the corresponding laboratory results obtained in the first sampling, which was performed just prior to the administering of the ivermectin. The second sampling was taken between 15 and 30 days after the administering of the ivermectin, in which 52 of 54 equids turned out negative on the egg count. The statistical analysis shows a significant difference ($P=0.0001$) in the number of EPGE (eggs per gram of excrement) obtained before and after using the ivermectin. The animals did not present any clinical secondary effects after the oral route application of the injectable ivermectin.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES.

El primer problema de salud en équidos de trabajo en México son las parasitosis.¹ A nivel mundial se reporta también como uno de los principales desequilibrios en salud de estos animales.^{2, 3, 4, 5} Estudios hechos por Herrera⁶ en municipios de Tlaxcala y Puebla en equinos y asnos de trabajo demuestran que el 100% de estos fueron positivos a nematodos de la familia Strongylidae y que son los endoparásitos con mayor presencia en esta zona.⁶

En general los datos de que se dispone sobre prevalencia de estos parásitos en los équidos indican su amplia difusión. Prácticamente se hayan infectados el 100% de los équidos en pastoreo.⁷

1.1.1. Justificación

El número de équidos que realizan actividades de trabajo no se sabe con certeza, se infiere y tomando en cuenta lo que refiere Ramaswamy, en un estudio hecho para FAO en 1998 que el 94 % de los équidos a nivel mundial son de trabajo y solo el 6 % realizan actividades de placer como salto, carreras, pica, charrería, doma, rejoneo, polo, policía y paseo. Por otro lado el mismo autor menciona que los animales de trabajo no tienen acceso a servicio veterinario o cuando lo existe es muy costoso para ellos, no es así para los de placer que si tienen un servicio veterinario profesional de especialidad de alta calidad.⁸

Las actividades de los animales de trabajo en México son:

1-. Silla: Transporte a áreas de trabajo, transporte de niños a centros escolares, transporte a mercados.

2.- Carga: Leña, gas, agua, insumos agrícolas, abarros, materiales de construcción, aperos de labranza.

3.- Tiro: Implementos agrícolas, carretas y volantas (zona rural), carretones (zona urbana), molinos de tierra, trapiche, sacadores de agua.

4.- Actividades ganaderas: Arreadores y cortadores de ganado.⁸

El programa DS – ILPH - UNAM (Donkey Sanctuary - International League for the Protection of Horses - Universidad Nacional Autónoma de México), brinda un servicio de extensionismo cuyo objetivo es ayudar a los campesinos de escasos recursos para que sus équidos de trabajo (burros, caballos e híbridos) estén en óptimas condiciones para desempeñar sus labores de campo, se les ofrece atención médico-veterinaria de manera gratuita.⁹ Los campesinos utilizan la fuerza animal en la preparación de sus tierras de cultivo, carga de forraje, agua, leña, alimentos en general, para mover molinos y trapiches,^{9,10} así como también los équidos de carretas recolectoras de basura en el área metropolitana.⁹

La principal actividad realizada desde el origen de éste programa en 1984 es la desparasitación de todos los équidos atendidos, entre otras atenciones médico-zootécnicas, en donde se ha aplicado un promedio de 18,000 dosis, beneficiando a 8,500 dueños en promedio anual.⁹ Cuando se administran vermífugos en forma periódica la condición física de los équidos tratados es notablemente mejor y los resultados benéficos saltan a la vista.^{9,10} Por este motivo se han buscado los medios para que los costos de todos los medicamentos, como los antiparasitarios, sean menores, de esta manera se comenzó a utilizar la ivermectina vía oral hace pocos años en este programa, el costo para desparasitar cada animal utilizando

este antiparasitario actualmente varía en promedio desde \$3.78 (para un burro de 150 Kg.) hasta \$7.56 (para un caballo o mula criollos de 300 Kg. en promedio).

Actualmente lo mas fácil y recomendable para la desparasitación en équidos es el uso de las pastas orales,¹¹ las cuales tienen costos muy elevados que normalmente no pueden cubrir los dueños cuando estos son principalmente campesinos de escasos recursos en comunidades rurales de nuestro país.

Una dosis en pasta tiene un costo por mayoreo que oscila entre \$111.00 y \$157.00. Cada una de las cuales alcanza a cubrir en promedio 600 Kg. de peso, equivalente hasta 5 burros, 2 caballos o 2 mulas aproximadamente. Si tomamos en cuenta que por lo general el peso promedio de los burros es de 120 Kg. y para los caballos y mulas de razas criollas es de 300kg en las comunidades rurales.

En cambio el costo por mililitro de este producto es de \$1.26 y de acuerdo a la dosis cada mililitro cubre 50kg de peso.

Por todo lo anterior se utiliza un producto efectivo y económico como esta presentación de ivermectina inyectable es efectiva contra endoparásitos redondos y sobre todo no presenta ningún efecto clínico secundario en los équidos tratados y así argumentar mediante esta tesis el uso de la ivermectina para el beneficio directo, en general, a los propietarios con escasos recursos de équidos que quieran ocuparla y también en beneficio del programa DS-ILPH-UNAM para continuar su calendario de desparasitación, utilizando éste fármaco como una opción rotatoria dentro de este calendario antiparasitario.

1. 1. 2. Población de équidos

En la actualidad no existe un conteo real de équidos en México.¹² De acuerdo al censo hecho por el INEGI en 1991 existían menos de 6 millones de estos animales,

mientras que FAO reporta para el año 2004 poco más de 12 millones de ellos, (Cuadro 1). Para este caso FAO toma como fuente a SAGARPA y esta a su vez refiere a INEGI.^{7, 13.}

CABALLOS	6 260 000
BURROS	3 260 000
HÍBRIDOS	3 280 000
TOTAL	12 800 000

Cuadro 1. Fuente: FAO 2004

1.2. Estrongilidosis

1.2.1. Generalidades

Se entiende por estrongilidosis a las parasitosis en équidos causadas por nematodos que se incluyen en el orden Strongylida. Estos se designan comúnmente como “grandes y pequeños estróngilos”.^{6, 7} De esta manera se dividen en dos subfamilias que afectan a los équidos, la subfamilia Strongylinae corresponde a los grandes y la subfamilia Cyathostominae corresponde a los pequeños.⁶ (Cuadro 2).

La subfamilia Strongylinae en donde se encuentra el genero *Strongylus*, el principal nematodo de ésta subfamilia que afecta a los équidos, y otros como *Triodontophorus*, *Craterostomum* y *Oesophagodontus*. Se caracterizan por poseer una cápsula bucal en cuyo fondo pueden tener dientes o placas cortantes.⁶

La habilidad de un animal a la resistencia de infecciones de helmintos es determinada genéticamente y es variable entre individuos de una especie de huésped determinado.¹⁴

Supe familia	Familia	Subfamilia	Género - ejemplos
Strongyloidea	Strongylidae	Strongylinae (estrongilos grandes)	<i>Strongylus</i>
			<i>Trichostrongylus</i>
			<i>Triodontophorus</i>
		Cyathostominae (estrongilos pequeños)	<i>Cyathostomum</i>
			<i>Cylicostephanus</i>
			<i>Cylicocyclus</i>
			<i>Cylicodontophorus</i>
			<i>Poteriostomum</i>
<i>Trichonema</i>			

Cuadro 2.

1.2.2. Subfamilia Strongylinae

El género *Strongylus* se caracteriza por ser nematodos de tamaño medio y contiene tres especies importantes:

S. equinus con una longitud de 26 a 35 mm en machos y de 38 a 47 mm en hembras y unos 2 mm de grosor, bastante rígidos y de coloración grisácea oscura algo rojiza. Su capsula bucal presenta en su fondo un gran diente y dos subventrales más cortos. Los huevos son ovales de cubierta delgada y en segmentación al ser puestos midiendo de 75 a 92 X 40-54 µm. es la especie menos frecuente.⁶

S. edentatus es ligeramente más corto aproximadamente de 23 a 28 mm en machos y 33 a 44 mm en hembras por 1.5 a 2.2 mm de anchura, su cápsula bucal tiene forma de copa y carece de dientes. Los huevos miden de 78 a 88 a 48 a 52 µm y su morfología es similar al de la especie anterior.⁶

S. vulgaris es más patógeno y pequeño que las especies antes descritas de 14 a 16 mm los machos y de 20 a 24 mm las hembras, por 1.5 mm de grosor. La cápsula bucal es ovoide y en su fondo tiene dos dientes redondeados en forma de oreja y en posición dorsal, que parecen unidos a la gotera esofágica. Los huevos también ovals de cubierta delgada, de 83 a 93 por 48 a 52 μm .⁶

1.2.3. Subfamilia Cyathostominae

También llamados pequeños estrangilos, son nematodos con los caracteres del orden Strongylida y de la subfamilia Strongylidae, de tamaño mediano o pequeño con una cápsula bucal corta y cilíndrica o anular. Carecen de dientes dentro de la cápsula, poseen coronas radiadas, la gotera esofágica es corta y no alcanza el borde anterior de la cápsula bucal.⁶

Se incluyen en esta subfamilia más de cincuenta especies distintas,^{6, 14} parasitas del ciego y colon de los équidos y que se distribuyen en varios géneros como *Cyathostomum*, *Cylicocyclus*, *Cylicodontophorus*, *Cylicostephanus*, *Poteriostomum* y *Trichonema*. Cada uno con varias especies que hacen una subfamilia muy numerosa.⁶

Los adultos de la subfamilia Cyathostominae habitan el lumen intestinal mientras la larva inmadura se desarrolla en las paredes del intestino grueso. Todos los estados son patogénicos y pueden causar daño significativo en el hospedero. Los principales efectos clínicos en los caballos son diarrea, pérdida de peso, cólico y muerte. En burros, aunque se han hecho menos trabajos de la patogénesis de estos parásitos, algunos estudios en África demuestran que las larvas en la mucosa tienen menos efectos y estos han sido encontrados en menor número a diferencia de los caballos. Sin embargo, los Cyathostominae no tienen el mismo impacto

clínico en burros, particularmente lo que se refiere a la reducción de la condición corporal y a la anemia.^{14, 15}

Los huevos de estas especies son indistinguibles de los de las especies de la subfamilia Strongylinae.⁶

1.2.4. Hospedadores

Los équidos domésticos (equinos, asnos e híbridos) son los hospedadores de los estrongílicos aunque también lo son équidos de vida silvestre como la cebra. Los animales jóvenes son mucho más sensibles a la acción patógena de estos vermes y suelen albergar grandes cantidades de ellos en su intestino grueso. Los adultos, más resistentes a su acción, suelen actuar como reservorios a partir de los cuales se produce la contaminación de los pastos y la infección de los potros, aunque la edad no impide que puedan estar gravemente afectados. Los animales bien alimentados soportan más la acción patógena de los vermes, aunque hay diferencias en la patogenicidad por la migración larvaria de estas especies.⁶

1.2.5. Epidemiología

Los estrongilos en équidos están difundidos por todo el mundo y tienen especial importancia en las regiones destinadas tanto para el trabajo agrícola o urbano como para la producción de caballos selectos de carreras o deportes. Afecta de manera especial a équidos en sus primeros tres años de vida, aunque animales de más edad pueden también enfermar.⁶

1.2.5.1. Ciclo biológico exógeno

Las especies de toda esta familia Strongylidae tienen un ciclo biológico con características comunes, aunque difieren en la migración que realizan las larvas en el organismo del hospedador. Una vez que los adultos se localizan en el intestino

grueso (colon y ciego) las hembras comienzan la formación y la ovoposición en esa misma región, los huevos, formados por una cubierta externa quitinosa y una fina membrana vitelina interna, ya están en fase de división cuando son puestos, estos se eliminan al exterior con las heces. Se estima que las hembras de los grandes estróngilos ponen diariamente alrededor de 5000 huevos, mientras que para los pequeños oscila entre 100 a 200 huevos diarios por hembra. ⁶

La bionomía de los estados larvarios tiene aspectos comunes para todas las especies, tanto de los Strongylinae como de los Cyathostominae. En el exterior, los huevos eclosionan una vez terminado el desarrollo embrionario, liberando a las larvas I (L-I) que se desarrollan, pasando por tres fases separadas por dos mudas. Las dos primeras fases, Larva I y II (L-I y L-II) que no son infectivas, son de vida libre y parece que se alimenta de bacterias y sustancias de las heces. Tras la segunda muda y la formación de la larva III (L-III), ésta conserva la cubierta de la L-II a manera de vaina o estuche dentro de la que esta encerrada y ya no se alimenta, dependiendo su supervivencia de las sustancias de reserva almacenadas en sus células intestinales durante las fases previas. Es este tercer estadio larvario el único que puede proseguir el ciclo en los équidos, por lo que ésta tercera fase se ha denominado larva infectiva. ⁶

El desarrollo de las larvas hasta la fase infectiva y su supervivencia posterior dependen fundamentalmente de la humedad y de la temperatura. La desecación es fatal para los huevos hasta que termina el desarrollo embrionario previo a la eclosión. Los embriones totalmente desarrollados pueden permanecer vivos algunas semanas en tales condiciones dentro del huevo y eclosionar si vuelven a disponer de humedad. Las larvas L-I mueren si las heces se desecan, mientras que

las L-II son bastantes resistentes y si bien paralizan su desarrollo cuando las heces se desecan y lo reanudan tan pronto aparecen condiciones de humedad. Las L-III al estar protegidas por la vaina de la LII son todavía más resistentes. La desecación impide la migración de las larvas infectivas desde el resto de las heces a la hierba, ya que estas suben por los pastos para alcanzar alturas optimas para ser ingeridas por los équidos utilizando la película de agua que cubre los tallos y hojas después de la lluvia o el rocío, desplazándose únicamente con ella.⁶ Se han interpretado éstos movimientos como debidos a que las larvas tuvieran geotropismo negativo.

En cuanto a la temperatura, el desarrollo del embrión dentro de la cubierta del huevo necesita más de 3°C y hasta 10°C para que solo algunos embriones tengan desarrollo y este sea lento e irregular. Mientras que la eclosión del huevo en la L-I no se produce a temperaturas inferiores a 7.5°C. Para todos los estrogílicos el desarrollo de los huevos y larvas hasta el estadio infectivo se realiza entre 10 a 35°C, siendo más rápido cuanto más cercana es la temperatura a la última cifra. A 10°C la eclosión total se ha producido a los 7 días y el estado infectivo se ha alcanzado a los 24 días para el 80% de las larvas. A 20°C la eclosión se ha completado en 1 a 2 días y la mayoría de las larvas son infectivas a los 7 días. A 35°C todas las larvas han alcanzado el estado infectivo de 3 a 4 días. El desarrollo hasta el estadio inafectivo no tiene lugar a temperaturas superiores a 38°C.⁶

La luz influye en los movimientos de la larva, favoreciéndolas cuando es tenue pero incluso inmovilizándolas cuando la luz del sol es muy fuerte. También el frío modifica los movimientos haciéndolos más lentos e incluso nulos. Todos los movimientos larvarios se realizan consumiendo las reservas energéticas

almacenadas en las células intestinales, por lo que una vez agotadas las larvas mueren.⁶

1.2.5.2 Ciclo biológico endógeno.

La infección de los équidos tiene lugar por la ingestión de las larvas infectivas o L-III o en ocasiones en el agua de bebida. En el intestino delgado se produce la liberación de las larvas infectivas de la vaina que las encierra. El comportamiento posterior de las larvas que han perdido su vaina varía con las especies de vermes.⁶

Uno de los más importantes es el de *S. vulgaris* por su acción patógena durante su ciclo endógeno donde las L-III se desenvainan en el intestino delgado, penetran la mucosa del intestino y mudan a larva IV (L-IV) en 7 días después de la infección (Fig. 1 Letra B). Estas L-IV penetran las arterias de la submucosa y emigran encima del endotelio a las arterias de ciego y colon (14 días después de la infección) y al origen de la arteria mesentérica craneal y sus ramas principales a las cuales llegan 21 días después de la infección (Fig. 1 letra C). Después de un período de desarrollo de 3-4 meses, las larvas han mudado a adultos inmaduros (L-V) pero retienen la cutícula de la cuarta fase como una vaina exterior. Regresan a la pared del intestino por los lúmenes de las arterias. Las L-V forman nódulos principalmente alrededor de la pared del ciego y colon. Al posterior rompimiento de estos nódulos salen los parásitos adultos jóvenes entre el lumen del intestino donde maduran en 6 a 8 semanas (Fig. 1 letra D). Una vez adultos los *Strongylus* ovopositan en el intestino y los huevos siguen su trayectoria hacia el exterior (Fig. 1 flechas azules) ¹⁶

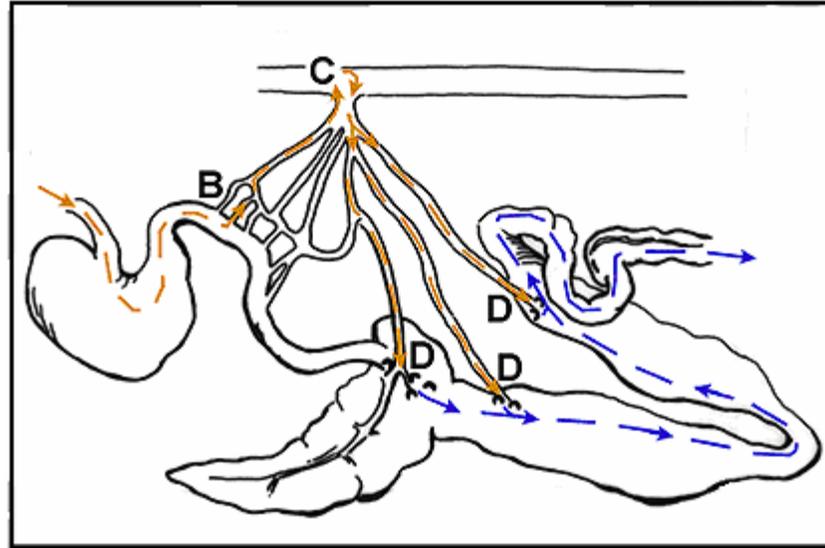


Fig. 1. Migración endógena de *Strongylus vulgaris*¹⁶

1.2.6 Patología

Desde el punto de vista de su acción patógena los grandes estrongílicos, es decir subfamilia Strongylinae, producen las alteraciones más graves e importantes como consecuencia de sus migraciones a órganos extra-intestinales durante las fases larvianas.^{6,7,17} Los Cyathostomidos que pertenecen a la subfamilia *Cyathostominae* llamados “pequeños estrongílicos o gusanos rojos”, caracterizados porque sus ciclos no tienen migraciones a otros órganos, sino que las formas larvianas van tan sólo hasta la pared del intestino grueso y después regresan a la luz para completar su desarrollo.^{6,7,18} Estos últimos en la luz del intestino grueso comparten con los adultos de las especies del género *Strongylus* su localización y patogenia, así como en momentos distintos de su evolución.^{6, 19}

Los efectos patogénicos causados por grandes estróngilos pueden ser divididos en dos; los que son causados por lombrices adultos en el intestino y los causados por larvas y adultos inmaduros durante sus migraciones extensivas en otros órganos.¹⁶

Strongylus vulgaris es el más patógeno de los estrongilos grandes porque sus migraciones prolongados (por los menos 4 meses) y extensas a través del sistema arterial del mesenterio y sus ramas antes de volver para madurar en el ciego y colon. Las migraciones de las larvas causan daño a las superficies endoteliales muy vascularizadas, colaborando en el desarrollando de la formación del coágulo o trombos. Estos trombos (figura 2) son acompañados con inflamación y un engrosamiento progresiva de las paredes arteriales.^{16, 20}

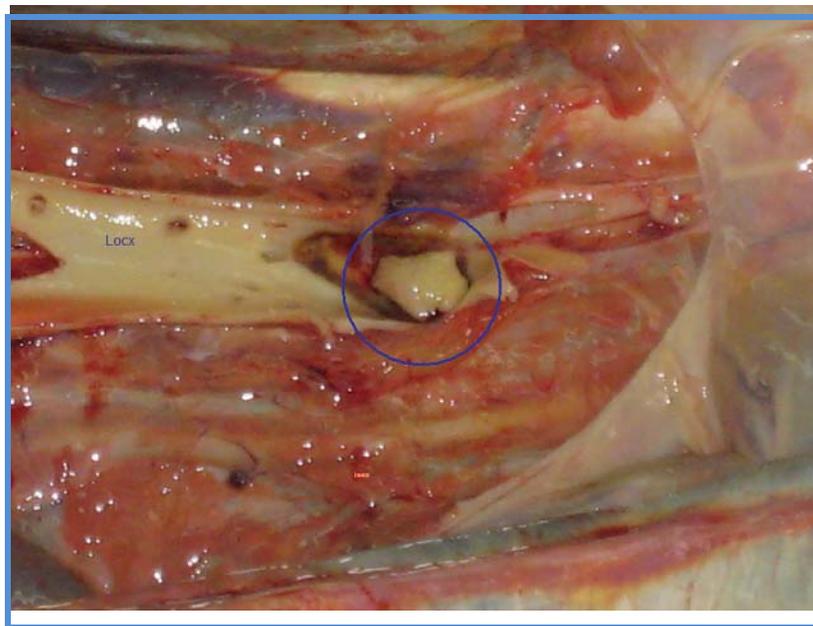


Figura 2. Trombo por *strongylus vulgaris* en aorta caudal. Foto MVZ Alfredo L. Cabañas

Las paredes de la arteria mesentérica craneal y la ileo-ceco-colica son invariablemente engrosadas y contienen bastante material de trombos en los que son encontradas larvas de *S. vulgaris*. Esta sección es propiamente llamada arteritis verminosa. El lumen de la arteria mesentérica craneal es usualmente disminuido en su diámetro a causa del engrosamiento de la pared y la presencia de trombos. El lumen de arterias más pequeñas puede ser cerrado completamente.¹⁶

En caballos que mueren de un síndrome abdominal agudo, infartación y necrosis en zonas del intestino son encontrados usualmente a la necropsia. Estos lugares de infartación invariablemente coinciden con bloqueos (á causa de trombos y émbolos) en arterias, restringiendo sangre a las regiones afectadas del intestino.¹⁶ Después de dos a cuatro meses de emigrar por la intima, las larvas de fase IV que no se hayan extraviado ni hayan quedado atrapadas en los trombos son arrastradas por la corriente sanguínea hacia las pequeñas arterias de la subserosa de la pared intestinal. A partir de aquí las larvas aumentan de tamaño y ocluyen estas pequeñas arterias, las paredes de estas se inflaman y acaban siendo destruidas. De esta forma, las larvas se liberan del árbol arterial para introducirse en los tejidos circundantes y encapsularse formando unos nódulos del tamaño de un haba donde se produce la muda final.²⁰

En el cuadro 3 se describen las lesiones patológicas que provoca la migración de *S. vulgaris* tras su paso por diferentes órganos. En las figuras 3 y 4 se ilustran y describen algunas lesiones causadas por *S. vulgaris* en algunos órganos por su respectiva migración.

Los efectos patogénicos causados por adultos en el ciego y el colon de caballos infectados son similares en todas las tres especies de los Strongylinae porque todos provocan la formación de nódulos en la pared del intestino cuando se pasan a través de sus paredes y completando su migración parasitaria.¹⁶

La formación de nódulos en la pared del intestino parece ser un mecanismo para permitir a los adultos inmaduros migrar del lado seroso hasta el lado mucoso sin derrame de los conductos del intestino dentro de la cavidad peritoneal. Después que han escapado por dentro el lumen del intestino, dejan nódulos ulcerados que

parecen curar rápidamente. Estos nódulos pueden ser de algunos centímetros de diámetro, son de menor consecuencia clínicamente en équidos (figura 5 y 6).¹⁶

0-48 horas después de infección	Hemorragias en la mucosa de ileon, ciego y colon.
0-7 días después de infección	Inflamación de arterias del intestino delgado de la submucosa y formación de trombos a lo largo de los tractos que las larvas hicieron en sus migraciones. Significante infiltración de neutrófilos en la submucosa.
8-10 días después de infección	Arteritis extendida a través de la muscularis mucosa a la serosa.
11-21 días después de infección	Arteritis extendida a lo largo de todas las ramas de la arteria ileo-cecal-colica, hasta la arteria craneal mesentérica. Las paredes arteriales se engruesan y secciones histológicas demuestran una significativa infiltración celular incluyendo neutrófilos, macrófagos, linfocitos, y plasmocitos.
3 semanas-4 meses después de infección	La pared de la arteria mesentérica craneal es gruesa y fibrosa y trombos son asociados con la presencia de cuarta fase larvas y adultos inmaduros. Tractos de fibrina en la aorta asociada con algunas larvas migrando hacia la arteria mesentérica.
4-9 meses después de infección	En la ausencia de reinfección, las lesiones arteriales se curan. En 9 meses después de infección, el endotelio de las arterias afectadas es reparado otra vez. ¹⁶

Cuadro 3 Cronología de las lesiones patológicas por la migración de *Strongylus vulgaris*



Figura 3. El eje celiaco y la arteria mesentérica craneal con sus respectivas ramas demostrando trombosis y engrosamiento de paredes arteriales a causa de migraciones por larvas de *Strongylus vulgaris*.¹⁶



Figura 4. Necrosis del ciego y colon ventral de un caballo resultado de isquemia e infartaciones a causa de lesiones producidos por emigración de larvas de *Strongylus vulgaris*.¹⁶



Figura 5. Cirugía abdominal en un caballo con cólico crónico demostrando nódulos hemorrágicos en el intestino pequeño causado por las larvas de *Strongylus equinus*²⁴

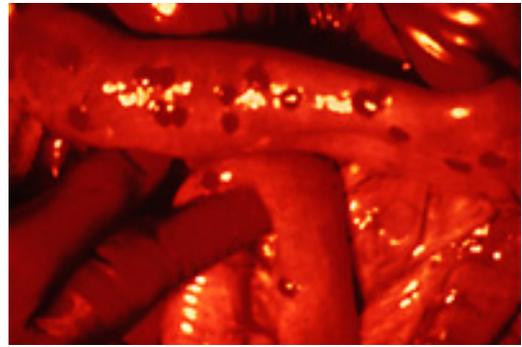


Figura 6. Necropsia de un caballo demostrando nódulos hemorrágicos en el intestino atribuido a la emigración de las larvas de *Strongylus equinus*²⁴

Las tres especies adultas de *Strongylus* tienen grandes cavidades bucales y son comedores agresivos. Se pegan a la mucosa del intestino grueso mordiendo una porción de mucosa (figuras 7 y 8). Los adultos pueden moverse a un lugar nuevo dejando úlceras sangrantes pequeñas que pueden parecer como manchas rojas en necropsia. Aunque estas lombrices no son del todo comedoras de sangre, dañan a los vasos sanguíneos de la mucosa durante su alimentación, causando pérdida de sangre significativa si el daño llega hasta la muscular de la mucosa (figuras 9 y 10). Estudios patofisiológicos demostraron que 30ml de sangre puede ser perdida en una día por potros infectados con 75-100 adultos de *Strongylus vulgaris*. Estas úlceras parecen curar rápidamente ya que después de su alimentación se mueven de este lugar.¹⁶

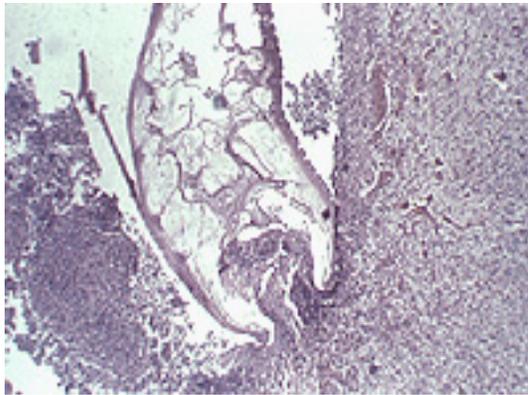


Figura 7 *S. vulgaris* y Figura 8 *S. edentatus* mordiendo y comiendo una porción de mucosa de intestino grueso.¹⁶



Figura 9. Estrongilos pegados a la mucosa, las manchas rojas son lugares previamente ocupados.¹⁶

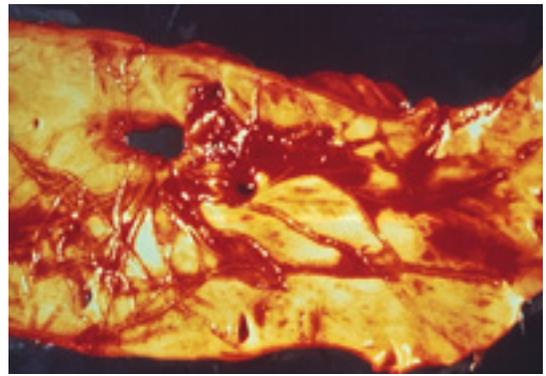


Figura 10. La aorta dorsal de un caballo demostrando tractos de fibrina á causa de migraciones por larvas de *Strongylus vulgaris* más allá del raíz de la arteria mesentérica craneal.¹⁶

En cuanto a la acción patógena por parte de larvas de pequeños estrongílicos o subfamilia Cyathostominae penetran en la pared del intestino hasta la mucosa pero no más lejos, unas pocas de ellas van hasta la muscular de la mucosa. En alguna de estas zonas, todas las larvas encapsulan en nódulos pequeños donde continúan su desarrollo (figura 11). Estos nódulos son muy visibles en la necropsia y pueden ser bastante numerosos. Se han encontrado hasta 60 nódulos por centímetro cuadrado de mucosa. Con el uso experimental de antihelmínticos se encontró una disminución muy considerable de estos nódulos.¹⁶

En infecciones severas los cambios patológicos son más serios, ya que lesiones por grupos de nódulos muy juntos resultan en un rompimiento general de la mucosa, una infiltración celular más intensa, edema y producción excesiva de moco. Ulceraciones superficiales pueden ser comunes y resultan de nódulos vacíos donde las larvas salieron ya de estos recientemente.¹⁶

Cambios patológicos tienden a ser más significativos en équidos menores de dos años de edad. En estos animales, infecciones severas tienden a producir cambios en el ciego y colon que son caracterizados por una enteritis hemorrágica, catarral y fibrosa. La mucosa tiende a ser más gruesa y edematosa con un número considerable de úlceras producidas por larvas escapando de sus nódulos (figura 12). El color de la mucosa varía de rojizo a gris normal con varias hemorragias pequeñas a un rojo oscuro en las infecciones severas.

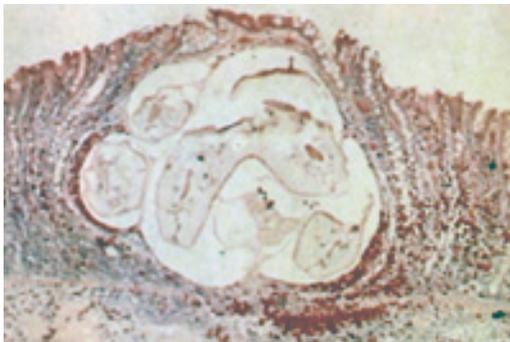


Figura 11. Sección histológica del intestino grande demostrando una larva de estrongilo pequeño encapsulado en la mucosa.¹⁶

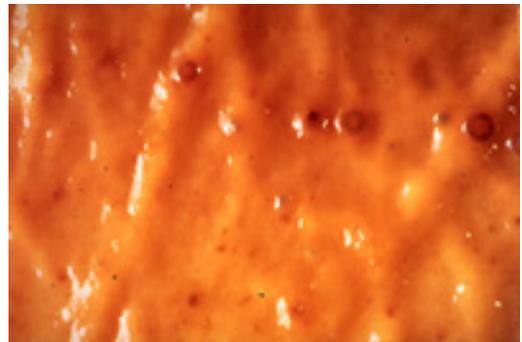


Figura 12. Larvas de estrongilos pequeños encapsulados en la pared del ciego como se aprecia en la necropsia.¹⁶

Cambios patológicos hechos por los adultos de pequeños strongilos tienden a ser menos severos que los hechos por sus larvas. Sus cápsulas bucales no dañan la mucosa y comen principalmente en la superficie de la mucosa, en contraste con las mordeduras más grandes que los strongilos grandes hacen. Pero, los pequeños strongilos tienden a ser más numerosos que los grandes strongilos, así sus efectos acumulativos pueden ser más serios especialmente cuando programas de control antiparasitario son mal implementados ó inefectivos. Pero, la migración larvaria de *Strongylus vulgaris* es potencialmente más patógena á causa de sus paso a través del sistema arterial mesentérico.^{6, 16}

En las regiones en las que estas parasitosis se hacen endémicas pueden producir importantes pérdidas como consecuencia de la mortalidad que los cólicos causan, por el deficiente desarrollo de los potros y por las secuelas que las migraciones larvarias puedan dejar en los équidos afectados.⁶

1.3 Ascaridiasis

La infección de *Parascaris equorum* en caballos es común y se menciona una prevalencia de 31-61% en caballos menores de un año y del 25% en caballos mayores a un año. Los potros mayores a 6 meses desarrollan inmunidad hayan o no estado expuestos a los ascáridos. La edad promedio de infección es de 5 meses con un rango de 4 a 24 meses. La mayoría de los potros se infectan al corto tiempo de haber nacido. Las lesiones ocasionadas por los ascáridos se observan en potros con historias clínicas de desparasitación 6 días antes, aunque también se observa en potros que no hayan sido desparasitados o que fueron

desparasitados en los dos o tres meses previos. Los huevos del ascárido *Parascaris equorum* se desarrollan cuando la temperatura ambiental asciende a 25-35° C. La fase larvaria L-II de *Parascaris equorum* es ingerida por el animal. Una vez en intestino, migra por la pared intestinal a las venas del sistema porta. A las 48 horas de haber sido ingeridas las larvas se alojan en el hígado. Entre los 7 y 14 días llegan a los pulmones. Las larvas ascienden por el árbol bronquial y al llegar a la faringe son tosidas y deglutidas. Una vez en el duodeno y yeyuno, las larvas se desarrollan alcanzando su tamaño adulto entre la décima y doceava semana. Las larvas alcanzan un tamaño de 25 cm. (machos) y 50 cm. (hembras) y un diámetro de 3-5 cm. El período prepatente, desde la ingestión de los huevos hasta la aparición de huevos inmaduros en las heces, es de 79 a 110 días. Los ascáridos ejercen una acción hematófaga en la mucosa intestinal provocando anoxia local que altera la actividad peristáltica de la capa muscular intestinal. La hipoperfusión tisular ocasiona atonía segmental local y peristálsis excesiva en el segmento intestinal adyacente originando una invaginación en esa porción del intestino.²¹

Patológicamente la presencia de gran cantidad de *P. equorum* conlleva a un íleo originado en la intususcepción, y junto con el cambio en la actividad peristáltica en la porción adyacente provocan una invaginación del segmento intestinal. Inicialmente, ocasiona una obstrucción intestinal parcial, la cual puede evolucionar hacia el bloqueo completo. Los vasos sanguíneos de la intususcepción se colapsan debido al incremento de la presión intraluminal desarrollando edema y compromiso del aporte vascular. La sangre exuda hacia

el lumen y la serosa se fisura. La fibrina sella las capas del intestino a medida que ocurre la necrosis mural y finalmente el intestino se desvitaliza. Ocasionalmente, el incremento de presión provoca la muerte de los ascáridos. Las sustancias tóxicas liberadas de la cutícula de los ascáridos muertos pueden contribuir a la endotoxemia.²¹

1.4 Ivermectina

El Ectosin[®] (PiSA[®] Agropecuaria Reg. SAGARPA Q-7833-019) Es una solución inyectable considerada como antiparasitario interno y externo de amplio espectro en ganado bovino y ovino, cuya fórmula indica que cada 100ml de vehículo c.b.p. contiene 1g de **ivermectina** únicamente. La vía de administración indicada por el laboratorio es subcutánea exclusivamente.²²

1.4.1 Origen

La ivermectina es un antibiótico resultado de la fermentación bacteriana del *Streptomyces avermitilis*, obtenido por primera vez por Burg y colaboradores en el año 1979.^{11,23}

1.4.2 Química

La ivermectina es producida por esta fermentación y la hidrogenación química en su molécula (figura 13), y es una mezcla de dos homólogos relacionados estrechamente correspondientes a una clase de compuestos conocidos como avermectinas. Los nombres químicos de estos dos homólogos son: B_{1a} 22,23-

dihydroavermectin ($R=C_2H_5$) este es casi el 90% del componente activo de la ivermectina. La otra avermectina componente de la ivermectina es B₁b 22,23-dihydroavermectin que ocupa un 10% del componente activo de la ivermectina.

23,24, 25

Aproximadamente el 80% del componente de la ivermectina corresponde al grupo etilo y se localiza en una de sus R sobre su estructura. El 20% restante aproximado corresponde el grupo metilo en otra de sus R de la estructura.^{23, 24}

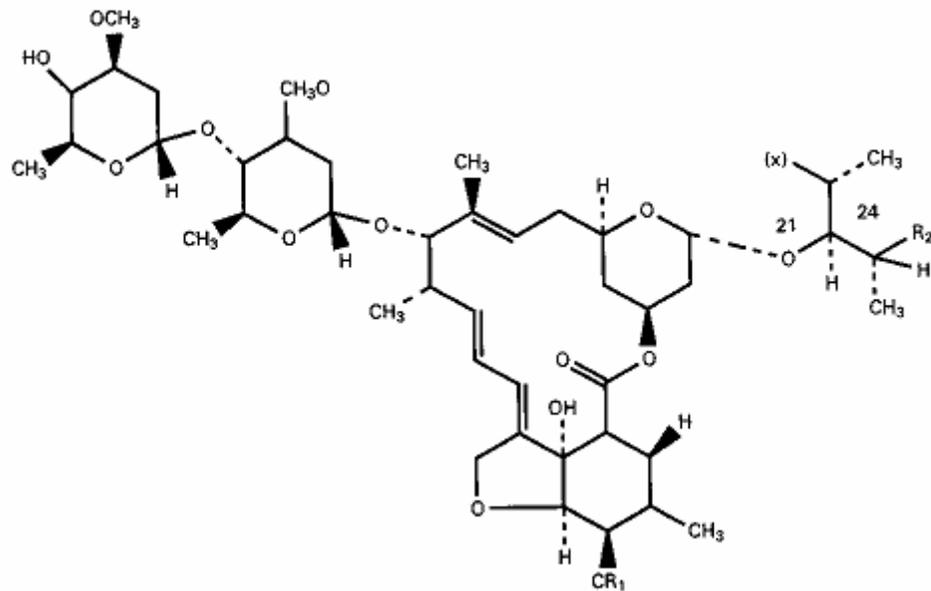


Figura 13. Formula básica del anillo lactona macrocíclico de las ivermectinas²⁴

1.4.3 Física

En esencia la ivermectina es un polvo cristalino blanco amarillento y tiene un punto de fusión de 150⁰C.²⁴ La molécula de la ivermectina es una lactona macrocíclica muy liposoluble y poco hidrosoluble,^{23,26} por lo que se puede aplicar por todas las vías, se ha demostrado que se concentra en grandes cantidades en el moco y en el contenido intestinal, por lo cual es factible recuperar gran cantidad

por las heces; puesto que la mayor cantidad se elimina por bilis sin importar su vía de administración, aunque también se excreta por orina y leche. El efecto residual del fármaco puede ser de 10 a 12 semanas.²³

La ivermectina es fácilmente soluble en metanol, cloroformo, dimetilformaldeido y acetato de etilo. Soluble en etanol al 95%, dietil eter, acetona e hidrocarburos aromáticos. La ivermectina tiende a ser estable por lo menos seis meses bajo condiciones ambientales favorables. Basado en mediciones de radioactividad, el coeficiente de octanol para ivermectina es 1651.²⁴

Esto demuestra una fuerte afinidad de ivermectina por sistemas lípidos, No obstante datos del residuo en el animal por la aplicación del antiparasitario muestran una rápida eliminación de la droga y metabolitos de la grasa del animal, es decir casi no se almacena en la grasa de éste.²⁴

1.4.4 Farmacocinética

La farmacodinamia de la ivermectina se manifiesta al estimular la liberación del ácido gammaaminobutírico (GABA) del parásito. Es un neurotransmisor inhibitorio de los estímulos nerviosos en la placa neuromuscular. Esta inhibición ocasiona parálisis e incluso la muerte del parásito (figura 14). La limitación de este medicamento contra otros parásitos, como cestodos y trematodos esta ligada a la ausencia de requerimientos del ácido gamaaminobutírico para las funciones metabólicas.²³ Es decir no es efectiva contra gusanos planos porque en estos no es utilizado el GABA como un neurotransmisor inhibitorio.²⁴

Específicamente el ácido gamaaminobutírico actúa inhibiendo la señal de transmisión de los axones para la excitación de una neurona a otra. La

ivermectina paraliza el centro del movimiento del parásito. La ivermectina no es estructuralmente igual que los otros antiparasitarios, por esto es que actúa de este único modo a diferencia de los demás, pero la resistencia contra ésta por los parásitos no es exenta de ocurrir.²⁴

La farmacocinética del comportamiento del grupo las avermectinas, al cual pertenece la ivermectina, es significativamente afectada por la ruta de administración, formulación de la droga, ínterespecies y variación interindividual.²⁶

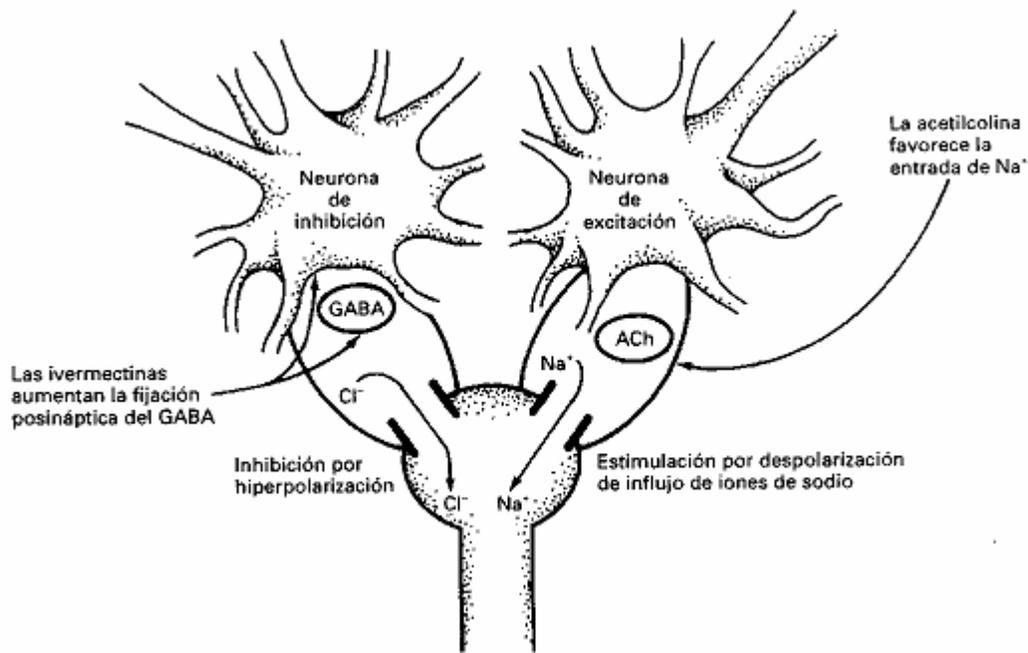


Figura 14. Mecanismo de acción de las ivermectinas en la sinapsis. GABA = Acido gamaaminobutírico; Ach = acetilcolina¹¹

En cuanto a las concentraciones plasmáticas se encuentran diferentes resultados en estudios, indican concentraciones en plasma desde 23.6 ± 4.4 (ng ml^{-1}) hasta concentraciones máximas de 107 (ng ml^{-1}) en un promedio de 4 horas.^{26, 27} También se han reportado en promedio concentraciones mínimas plasmáticas entre los días 40 a 75 de 0.6 (ng ml^{-1}) después de la administración oral.^{26, 27}

En cuanto a la concentraciones halladas en la excreción fecal se reportan 50 (ng g⁻¹) en el día 4 en caballos y los mismos 50 (ng g⁻¹) pero en el día 9 en burros, probablemente asociado a las diferentes dietas y sobretodo a las diferentes características anatómicas y metabólicas con los caballos.²⁶

1.4.5 Dosis y vías de administración

La dosis en équidos es de 200 µg/Kg.,^{22, 23,28} tanto en potros como en hembras, incluyendo gestantes y garañones. En esta especie es común utilizar la vía oral para administrar el producto en forma de pasta sin ser muy recomendables otras vías como la intramuscular o subcutánea.²³

1.4.5 Toxicidad.

Estudios demuestran que la ivermectina no tiene riesgos o efectos genotóxico asociados con su uso, solo en roedores suele ser teratogénico aun a dosis leves.

²⁴

Estudios indica que signos de toxicidad como midriasis parcial pueden verse en algunos caballos con niveles de sobre dosificación 15 veces de lo indicado, intoxicaciones fatales en caballos ocurrieron cuando se alcanzaron dosis de 12mg/Kg., aproximadamente 60 veces más a la dosificación recomendada.²⁴

2. HIPOTESIS

El efecto antiparasitario de la ivermectina inyectable es superior al 95% contra nematodos intestinales, si se administra por vía oral en équidos de trabajo.

3. OBJETIVO

Demostrar que el efecto antiparasitario de esta presentación de ivermectina inyectable es efectiva contra nematodos gastrointestinales utilizando la vía oral en équidos de trabajo sin provocar efectos clínicos secundarios, de esta manera demostrar y recomendar su utilización en beneficio de estos animales y del desarrollo de sus propietarios.

3.1 Objetivos específicos

3.1.1 Obtener el mayor número de animales positivos a la presencia de huevos de nematodos intestinales dentro del grupo seleccionado, mediante la técnica coproparasitoscópica de flotación y McMaster, previo a la administración de la ivermectina.

3.1.2 Identificar las especies de strongílidos hallados en el grupo tratado mediante la técnica de coprocultivo.

3.1.3 Obtener el mayor número de animales negativos a la presencia de huevos de nematodos intestinales dentro del mismo grupo seleccionado, mediante la técnica coproparasitoscópica de flotación y McMaster, en un periodo de 15 a 30 días después de la administración de la ivermectina.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El primer muestreo se aplico a 57 équidos (27 equinos, 25 asnos y 5 híbridos) justo antes de la administración de la ivermectina a cada équido, de municipios que el programa DS –ILPH – UNAM regularmente visita en el Estado de México, Tlaxcala y el Distrito Federal (figura 15). De los cuales 54 fueron positivos a la presencia de huevos de nematodos (26 equinos, 25 asnos y 3 híbridos). Estos 54 équidos fueron los estudiados únicamente y se descartaron a los 3 negativos, a pesar de que al momento del primer muestreo se les aplicó el tratamiento vía oral a todos pues es parte del trabajo en el DS – ILPH – UNAM, utilizando la dosis indicada de 1 ml por cada 50 Kg. de peso (200µg por Kg. de peso) (figura 16).



Figura 15. Toma de muestra. Figura 16. Administración de ivermectina. Fotos MVZ Alfredo L. Cabañas

El segundo muestreo se realizó entre 15 a 30 días después de la administración de la ivermectina. El hecho de que el segundo muestreo se haya realizado entre 15 a 30 días después de la aplicación de la ivermectina y no todos a los 15 o a los 30 días, es en relación a que son 8 las localidades donde habitan estos équidos; en 7 municipios de los estados de México y de Tlaxcala y uno mas en la delegación Tlalpan del D.F. Por esta razón no se pudo administrar la ivermectina

ni muestrear a todos en un solo día tanto para la primera como para la segunda toma de muestras, ya que la lejanía de las comunidades es muy significativa.

Para el análisis estadístico de la información obtenida, es decir el conteo de huevos antes y después de la aplicación de la ivermectina, se realizó una prueba de suma de rangos de Wilcoxon utilizando el programa computacional SPSS versión 10.²⁹

4.1 Colección de muestras

Las 54 muestras previas a la administración de la ivermectina y las 54 posteriores a la administración de esta, fueron tomadas vía rectal utilizando guantes de palpación y una solución lubricante a base de aceite mineral y agua (solución 1/10 respectivamente). Estas fueron colocadas en hieleras a temperatura entre 3 y 7°C para su transporte al laboratorio de diagnóstico en menos de 24 hrs.

4.2 Colección de datos

Se asignó a cada animal un número, cada uno de los cuales lleva su registro en el que se anotaron los siguientes datos: número asignado, nombre del propietario, nombre de la comunidad, especie, sexo, edad, peso estimado, estado de carnes, señas particulares y si se ha desparasitado previamente con ivermectina vía oral, además de las fechas del 1er, 2do y si hubo un 3er muestreo junto con los mililitros que se le administraron de acuerdo a su peso estimado. En el orden que se muestra en el cuadro 4.

Propietario:		No. de Caso:	
Comunidad o poblado:			
Especie: C B M		Sexo:	
		Edad:	
Peso estimado:		Estado de carnes:	
Señas Particulares:			
Se ha desparasitado antes con Ectosin:		Si	No

No. de muestra	Fecha	Dosis aplicada/ml de Ectosin	Diagnostico parasitológico
1er muestreo			
2do muestreo			
3er muestreo			

Cuadro 4. Formato para la colección de datos

4.3 Procesamiento de las muestras

Las muestras se transportaron en una hielera a temperatura de entre 3 y 7°C hasta el laboratorio de diagnóstico parasitológico en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Donde se trabajaron con la técnica de McMaster²⁰ para el conteo de huevos por gramo de heces (h/g). Los resultados se anotaron en la misma hoja de registro de cada animal (Cuadro 4), siendo dos resultados, es decir, el número de huevos por gramo de heces encontrados en el primer muestreo antes de la aplicación de las ivermectinas y el número de huevos encontrados en el segundo muestreo en un período de 15 a 30 días después de la administración de las ivermectinas a cada uno de los 54 équidos.

Para complementar el estudio se realizó la técnica de coprocultivo²⁰ a 7 de las 54 muestras seleccionadas al azar. Para identificar las especies de nematodos gastrointestinales (estrongílicos) que se eliminaron con la ivermectina.^{20, 30}

5. Resultados

Después del primer muestreo realizado justo antes de la aplicación de ivermectina oral a los 57 équidos se encontró que el 94.73% de ellos es decir 54 équidos fueron positivos a la presencia de huevos de nematodos en la prueba de McMaster (cuadro 5). Este 94.73% es la prevalencia de nematodos intestinales hallada en este trabajo en estas zonas del campo mexicano. Estos 3 équidos que resultaron negativos a la presencia de nematodos intestinales en el primer muestreo se eliminaron del experimento para trabajar solo con un 100% (54 équidos) positivos a la presencia de huevos de nematodos intestinales.

<i>Cantidad de HPGH</i>	<i># de animales</i>	<i>Porcentaje</i>
De 1 a 100	3	5.55% %
De 100 a 400	7	12.96 %
De 401 a 1000	6	11.11 %
De 1001 a 2000	22	40.74 %
De 2001 a 3000	5	9.25%
De 3001 a 4000	3	5.55%
Mas de 4001	8	14.81 %

Cuadro 5. Huevos por gramo de heces

El promedio de HPGH encontrado fue de 1737.01.

Se observó que 38 de los 54 équidos es decir el 70.37 % del total presentaron un rango de 1001 hasta 6000 HPGH.

Para el segundo muestreo a cada animal, realizado de 15 a 30 días después de la aplicación de ivermectina vía oral, se encontró que 52 de las 54 muestras fueron

negativos, es decir cero presencia de huevos de nematodos en la prueba de McMaster, equivalente a un 96.29% (52 animales) de total de los animales en experimentación como efectividad, quedando solo un 3.71% (2 animales) positivos después de la administración de la ivermectina.

De estos 2 animales que fueron positivos a la presencia de huevos de nematodos después de la aplicación se encontró que el primero disminuyó de 550 a 200 HPGH y el segundo incremento la cantidad de HPGH de 600 a 2550 (Grafica 3).

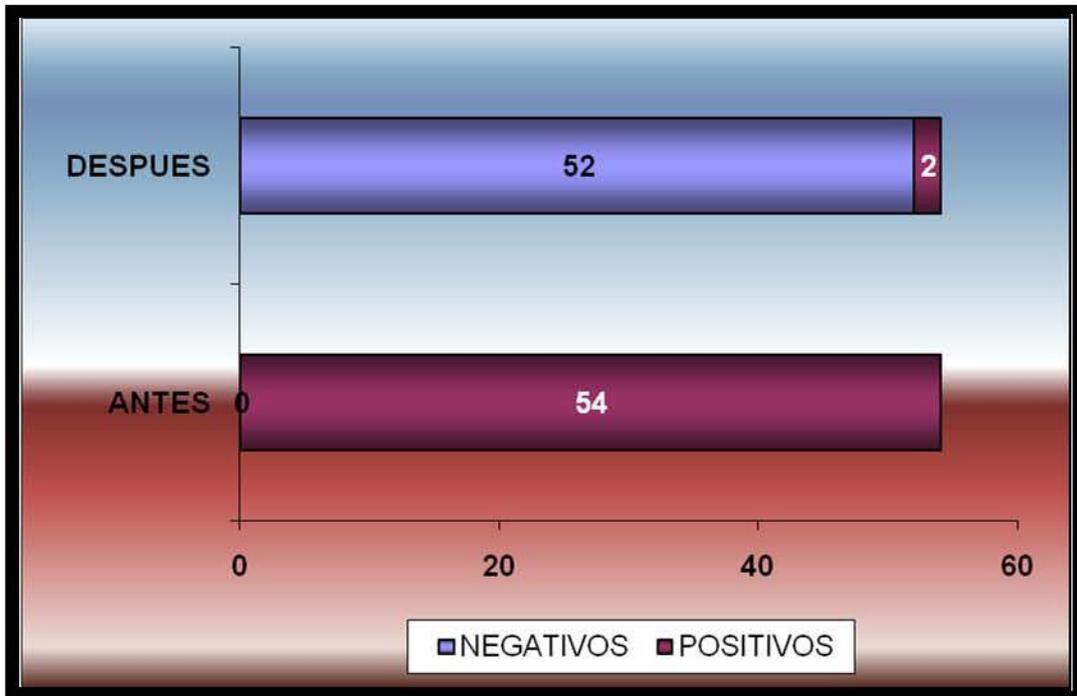
Los resultados fueron obtenidos con la formula Efecto Extensión³¹ que indica la efectividad de los antiparasitarios:

$$EE = \frac{\% \text{Positivos antes} - \% \text{Positivos después}}{\% \text{Positivos antes}} \times 100 = 96.29\%$$

$$EE = \frac{100 - 3.71}{100} \times 100 = 96.29\%$$

En el análisis estadístico utilizado para el procesamiento de la información (suma de rangos wilcoxon), del programa computacional SPSS versión 10,²⁹ los datos muestran diferencia significativa (P=0.0001) para el numero de HPGH antes y después de aplicar la ivermectina.

Esto indica que el número de huevos disminuyó considerablemente después de la administración de la ivermectina,

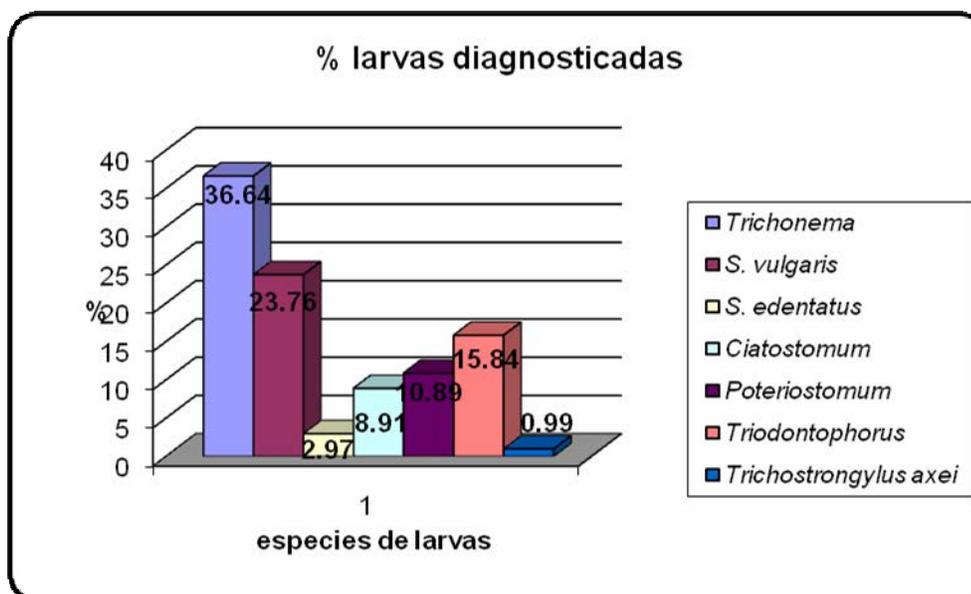


Grafica 3

En cuanto a las larvas diagnosticadas en el coprocultivo³⁰ se encontraron especies de los géneros *Trichonema*, *Poteriostomun* y *Cyathostomum*, pertenecientes a los pequeños estrogilos y géneros de *Strongylus vulgaris*, *Strongylus edentatus*, *Triodontophorus* y *Trichostrongylus axei* que pertenecen a los grandes estrogilos.^{20, 30} En los porcentajes que se muestran en la grafica 4 se describen los resultados de las larvas halladas en este coprocultivo.



Larva III de *Trichonema* obtenida en el coprocultivo



Grafica 4

6. Discusión

La ivermectina esta indicada en la mayoría de los casos en aplicación subcutánea para todas las especies, no es así en el caso de los équidos donde se recomienda, muy comúnmente, la aplicación vía oral por su excelente resultado antiparasitario y no vía subcutánea por la irritación que le produce a estos animales en la zona de aplicación. Este método de aplicación oral ha llevado a la fabricación de pastas para su uso por esta vía, la presentación de ivermectina inyectable tiene un efecto antiparasitario contra nematodos intestinales de casi el 100% de efectividad, mismo resultado que arrojan otros estudios científicos utilizando ivermectina oral en pasta desde su fabricación.^{31, 32}

Actualmente no existen trabajos científicos realizados a efecto del uso de algún medicamento antiparasitario no reformulado y de presentación no oral en équidos. Rubilar, L. et. al.³² utilizó doramectina inyectable reformulada con caolin y miel de abejas sus resultados fueron similares a los hallados en el presente estudio, ambos funcionaron por encima del 95% de efectividad. Dentro del mismo trabajo de Rubilar, L. et. al.³² comparó el efecto de esta reformulación de doramectina con ivermectina y moxidectina de presentación oral. El efecto de las tres fue de cero presencias de huevos entre los días 15 y 30 postratamiento, mismo resultado del presente trabajo. En general, artículos relacionados encontrados se refieren, en una buena parte de ellos, a medir el mismo efecto antiparasitario como el de la ivermectina, moxidectina, doramectina y otras avermectinas, pero de presentación oral desde su fabricación. En su mayoría son pastas con sabores agradables pero con costos considerablemente altos en relación a lo que esta tesis sugiere. Por

ejemplo Godoy O. et. al.³³ realizó un estudio para comparar la eficacia y persistencia de la actividad antihelmíntica en caballos estabulados con respecto de la que presentan caballos mantenidos en pastoreo en pradera. En este se observo cerca el 100% de efectividad de ivermectina al grupo tratado utilizando ivermectina en pasta oral, el cual es ligeramente superior al resultado hallado en el presente trabajo con la ivermectina inyectable vía oral.

De los 54 animales tratados en el presente estudio, solo dos resultaron positivos a la presencia de huevos de nematodos en el segundo muestreo, después de la aplicación de la ivermectina, de los cuales se sospecha un error al momento de la administración del medicamento, por los cuales no se alcanzo el 100% de efectividad en todos los animales.

Comparando los resultados de este trabajo con el de algunos otros experimentos podemos asegurar que este método de desparasitación es efectivo porque eliminó el 100% de nematodos intestinales en el 96.29% de los animales tratados y solo eliminó el objetivo y no provocó efectos clínicos secundarios en los équidos tratados. De esta manera se demuestra que es un buen método para la desparasitación de équidos, orientándolo principalmente hacia la colaboración en el desarrollo de los propietarios de estos animales que no cuenten con los suficientes recursos para una desparasitación de sus équidos por parte del programa DS – ILPH – UNAM.

7. Conclusiones

El efecto de este fármaco fue el esperado, es decir, funcionó como antiparasitario a pesar de que su presentación no está indicada para su uso oral. Puede ser utilizado solo como una opción rotatoria en los calendarios antiparasitarios de équidos, ya que no se manifestó ningún efecto clínico secundario en los équidos estudiados a causa de la administración de éste antiparasitario. La dosis vía oral para équidos debe ser la misma que se administra inyectable en el ganado, 200µg/Kg. Pues arrojó un resultado de cero presencia de huevos en 52 de 54 équidos tratados después de que estos resultaron con conteos positivos masivos a la presencia de huevos de nematodos en el primer muestreo previo a la aplicación de la ivermectina.

8. REFERENCIAS

1. Clínicas Ambulatorias para Équidos de Trabajo del Donkey Sanctuary, International League for the Protection of Horses y Universidad Nacional Autónoma de México. Reporte anual, México 2005.
2. Grebead F. Enfermedades y problemas de salud en los burros del extranjero In: Svendsen ED. Manual profesional del burro. Compilación: The Donkey Sanctuary 3^a ed. 1997.
3. Matthee S, Rosinal, Krecek RC, Milne SA. Prevalence and biodiversity of helminth parasites in donkeys from South Africa. J Parasitol. 2000 Aug; 86(4):756-62. PMID:10958452 [PubMed - indexed for MEDLINE]
4. Krecek RC, Gthrie Aj, Alternative approaches to Control of Cyathostomes: an Africam perspective. Vet Parasitol 1999: 85 (3) 151 - 162.
5. Herrera GS, Aluja SA, Quiroz RH: Comparación de dos calendarios de desparasitación con ivermectina en Équidos de trabajo. Tesis de Licenciatura. México 2003 FMVZ UNAM.
6. Cordero CM, Rojo VF: Parasitología Veterinaria. McGrawhill-Interamericana 3ra reimpresión. España 2002.
7. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) FAOSTAT 2004 (internet) Available from: <http://www.fao.org>
8. Chavira S. H.: La situación médica de los équidos de trabajo en México. (Ponencia) Expovet-World trade center México, marzo 2006.

9. The Internacional Donkey Protection Trust/The International League for the Protection of Horses/Universidad Nacional Autonoma de México. Folleto de presentación. México (DF): IDPT-ILPH-UNAM, 1999.
10. Aluja SA, López F. Donkeys in México. World Equine Veterinary Association Journal of Veterinary Science. 1992; 12:389-392
11. Sumano LH, Ocampo CL.: Farmacología veterinaria. 2ª Edición. México. McGraw-Hill interamericana 1997.
12. De la Rosa M.: Aspectos socioculturales, económicos, sanitarios y bienestar animal que influyen en la conducta de los comerciantes de équidos del Mercado de San Bernabé, Almoloya de Juárez Estado de México. Tesis de Licenciatura. 2007 FMVZ UNAM.
13. Instituto Nacional de Estadística e Informática 1991. VII Censo Nacional de Población. INEGI. México.
14. Morris C, Trawford A.F, Svendsen E. Donkey: hero or villain of the parasite world? Past, present and future. Vet parasitology 2004; 125: 43-58
15. Valdez C.M.: Prevalencia de parásitos gastrointestinales y su relación con los valores hemáticos en équidos de trabajo de la zona centro del estado de Veracruz. Tesis de Licenciatura. México 2006 FMVZ UNAM.
16. Colin Johnstone. Parásitos y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. Universidad de Pennsylvania. USA 2001. Available from: http://caltest.vet.upenn.edu/merialsp/Strongls/strong_8dsp.htm
17. Kaufmann J.: Parasitic Infections of Domestic Animal: A Diagnostic Manual Birkhäuser Verlag 1996.

18. Lyons ET, Tollvier SC, Drudge JH. Historical Perspective of Cyathostomes: prevalence, treatment and control programs. *Vet Parasitol* 1989; 85: 97-112
19. Lyons ET, Bernard WV, Hong CB, Swerczek T. The pathogenicity of small strongyle larvae in thoroughbred yearlings on a Kentucky farm. *Equine Practice* 1996; 466-471.
20. Brotan D.D.: *Parasitology for Veterinarians*. 8th ed. USA. Elsevier 1999.
21. Main E. S, López N. G. García S. E. Intususcepción yeyuno-yeyunal por ascáridos en un potro. *Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Equinos. Memorias del XXVIII Congreso Anual AMMVE. Monterrey 2006.*
Available from:
<http://www.ammvee.org.mx/memorias/memorias/cientificos/conf26.htm>
22. Rosestein S.E.: *REFERVET (Guía básica de Referencias de Especialidades Médicas Veterinarias. Rumiantes y Equinos 2001-2002)* Thomson Healthcare.
23. William C. C.: *Ivermectin and abacmectin*. Spinger-Verlay U.S.A. 1989
24. Amendment to Enviromental Impact Analisis Report IVOMECA (Ivermectin, MSD) Injection for Cattle.
25. Soop, WL, Mrozik, H, Fisher, M: Ivermectin/Doramecnis/moxidectin Structure and generation. *Vet Parasitol* 59: 139-156, 1995.
26. Gokbulut C, Boyacioglu M, Karademir U: Plasma pharmacokinetics and faecal excretion of ivermectin (Eqvalan^R paste) and doramectin (Dectomax^R, 1%) following oral administration in donkeys. *Research in Veterinary Science* 79 (2005) 233 – 238.

27. Marriner S. E., Mckinnon I.: The pharmacokinetics of ivermectina after oral and subcutaneous administration to sheep and horses. J. vet. Pharmacol Therap. 1987; 10: 175-179
28. Klei TR, Rehbein S, Visser M, Langholff WK, Chapman MR, French DD, Hanson P. Re-evaluation of ivermectin efficacy against equine gastrointestinal parasites. Vet Parasitol 2001; 98(4): 315-20
29. Software de análisis estadístico. [SPSS V10 para Windows](http://www.spss.com/es/). Available from: <http://www.spss.com/es/>
30. Vega A. N; Romero C. E.: Clave para la identificación de 3ras larvas de nematodos gastrointestinales en rumiantes, equinos y cerdos. UNAM 1983
31. Ecker J., Schneiter G., Wolf K.: FASINEX (triclabendazole) - a new fasciolicide. Berl. Munch. Tierarztl. Wshrs 1984; 91: 349 – 356.
32. Rubilar,_L.; Donoso,_S.; Diaz,_L.; Godoy,_C.; Muñoz,_L.; Perez,_R.: Anthelmintic efficacy of three endectocicles administered by oral route in horses. Archivos-de-Medicina-Veterinaria Chile. 2001; 33(1): 69-75.
33. Godoy O, Marcela V.: Comparative study of antihelmintic efficacy and tolerante to ivermectin alter oral administration in stabled and pasture horses. Chillan. Chile. 2001. 40p.