

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA.

UNAN- LEON

PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA



TESIS PARA OPTAR AL TITULO A: MEDICO VETERINARIO.

TEMA:

Eficacia de antihelmínticos contra *Strongylus spp.* en caballos de trabajo de la comunidad Valle San Antonio, Municipio de El Sauce.

Autores:

Br. Cristhian Yeiner Luna Bucardo.

Br. Nahima Angélica Rojas Hernández.

Tutora:

Dra. Luz Adilia Luna Olivares PhD

Asesor

PhD. Niels Kyvsgaard.

26 de noviembre de 2015.

“A la libertad por la universidad.”

Dedicatoria.

A Dios por darnos esta bendición y a nuestros padres y familiares por su apoyo en la culminación de nuestro sueño.

Agradecimiento Cristhian.

A Dios por darme la fortaleza, inteligencia y sabiduría de llegar hasta el final.

A mis padres, hermanos y familia por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y apoyarme en toda la trayectoria.

Dra. Luz Adilia Luna PhD por brindarnos su apoyo intelectual.

Dr. Niels Kyvsgaard por dedicar tiempo a nuestro estudio.

Agradecimiento Nahima.

A Dios por darme la fortaleza, vivacidad y conocimiento para llegar hasta el final.

A mi madre por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y apoyarme en toda la trayectoria.

Dra. Luz Adilia Luna PhD por brindarnos su apoyo intelectual.

Dr. Niels Kyvsgaard por dedicar tiempo a nuestro estudio.

ABREVIATURAS.

Spp.	Especie.
ADN	Acido desoxirribonucleico.
S.	<i>Strongylus.</i>
C.	<i>Cyathostoma.</i>
mm.	Milímetros.
L1	Larva 1.
L2	Larva 2.
L3	Larva 3.
L4	Larva 4.
L5	Larva 5.
EL3	larvas en estadio temprano.
Th2	linfocito 2.
IL	interleucina.
Ig	Inmunoglobulina.
Hpg	Huevos por gramo.
US	Estados Unidos (siglas en ingles).
PRH	periodo de reaparición de huevos.
D.	<i>Duddingtonia.</i>
WAAVP	Asociación Mundial para el Avance de Parasitología Veterinaria.
EEH	Ensayo de Eclosión de Huevos.
EC50	Concentración requerida para matar el 50% de los huevos.
LDA	Ensayo de desarrollo de las larvas.
ERP	Periodo de reaparición de huevos (siglas en ingles)
IMV	Ivermectina.
PT	Post Tratamiento.
FBZ	Fenbendazol.

INDICE

I. RESUMEN.....	7
II. INTRODUCCION.....	8
2.1. Antecedentes.....	10
2.2. Justificación.	11
2.3. Planteamiento del Problema.	12
III. OBJETIVOS.....	13
IV. MARCO TEORICO.....	14
4.1. Nematodos <i>Strongylus</i> del caballo.	14
4.2. Morfología.	15
4.3. Especies.....	15
4.3.1. Strongylinae	15
4.3.2. Cyathostominae.....	16
4.4. Ciclos de vida de <i>Strongylus spp.</i>	17
4.5. Ciclo biológico de Cyathostominae.....	18
4.6. Prevalencia.....	19
4.7. Epidemiología.	20
4.8. Patogenicidad.	22
4.8.1 <i>Strongylus vulgaris</i>	22
4.8.2 Cyathostominae.....	23
4.9. Inmunidad.....	25
4.10. Diagnóstico.	27
4.11. Control.	28
4.12. Resistencia antihelmíntica.	31
4.13. Definiciones	32
4.14. Mecanismos de resistencia.	32
4.15. La selección para la resistencia.	34
4.16. Detección de la resistencia.....	35
4.17. La situación resistencia en <i>Strongylus</i> caballo.	36
V. DISEÑO METODOLOGICO.....	38

5.1. Materiales y métodos.....	38
5.1.1 Lugar de estudio e individuos	38
5.1.2 Diseño del estudio	38
5.1.3 Tratamiento y dosis	39
5.1.4 Método laboratorial	39
5.1.5 Análisis de datos.....	40
VI. RESULTADOS.	42
VII. DISCUSIÓN.	45
VIII. CONCLUSIONES.	47
IX. RECOMENDACIONES.....	48
X. BIBLIOGRAFIA.	49
XII. ANEXO.	54

I. RESUMEN.

Los caballos de trabajo son de mucha importancia para las familias campesinas en Nicaragua, ya que son utilizados como transporte de carga, trabajo de la tierra y son fuente de ingreso económico. Sin embargo los caballos se ven afectados frecuentemente por los parásitos gastrointestinales con mayor importancia los *Strongylus spp.*, considerando estos como una amenaza para la salud equina. En este estudio se evaluó la eficacia de dos tratamientos; ivermectina y fenbendazol para la eliminación y el control de los *Strongylus spp.*, y el periodo de reaparición de los huevos a 60 días después del tratamiento. Ochenta y ocho caballos utilizados por los agricultores para el transporte de personas y mercancías se asignaron al azar en tres grupos de tratamiento utilizamos para la realización del estudio, 30 de los individuos para el grupo tratado con ivermectina, 30 animales para el grupo tratado con fenbendazol y 28 para el grupo control. Se determinó antes del tratamiento el conteo de huevos fecales, mostrando una alta prevalencia (100 %) de caballos con estrongilosis con altas intensidades de infección (media de 1117 huevos por gramo con una SD de 860 hpg). Sesenta días después del tratamiento las reducciones de conteo de huevos por gramos de heces fueron 100% para la Ivermectina y 98% el grupo tratado con fenbendazol. Se seleccionó aleatoriamente 10 caballos de cada grupo y se hizo la diferenciación de larvas revelando una prevalencia del 36% de *Strongylus vulgaris* antes del tratamiento y 98 % para *S. Cyathostomus*.

II. INTRODUCCION.

Los equinos de trabajos son importante para el trabajo de las familias rurales, transportación de personas, cosas y para el pastoreo de ganado. El censo nacional mostro que 51 % de 197,544 fincas mantienen equinos con una significancia de 3.3 caballos por familias (CENAGRO, 2011). En la municipalidad de El Sauce, donde el presente estudio fue realizado, una encuesta que incluye 368 de cada 3680 familias rurales mostro que 50 % de las familias poseen caballos con una significancia de 2.2 équidos por familia (CENAGRO, 2011). Los caballos son cuidados en pasturas y suplementados con sorgo y heno dependiendo de la viabilidad de la comida y el trabajo realizado por el mismo individuo.

El cuidado veterinario es limitado y un estudio presenta una ligera prevalencia de helmintos gastrointestinales en caballos de carga en Nicaragua (Kyvsgaard et al, 2008). Un estudio hecho en otra ciudad en desarrollo presenta que usualmente hay un uso limitado de desparasitantes, higiene en las pasturas llevando a una alta infestación de parásitos *Strongylus* en el intestino (krecek et al., 1989; Pandit et al., 2008; Uslu and Glucu, 2007).

Los *Strongylus* son potencialmente patógenos en equinos y sus diferentes especies. La especie más patógena es el *Strongylus vulgaris* que puede causar trombosis y cólico tromboembolico incluso en niveles bajos de infestación (Enigk, 1951; Ducan, 1974; drudge, 1979). Ciathostomosis es usualmente considerado el menor efecto patógeno pero el surgimiento masivo de larvas enquistadas es conocida como ciatostomosis larval, que tiene una tasa de letalidad cerca del 50 % (Love et al., 1999). En diferentes estudios sobre patogenicidad se determinó la importancia de la diferenciación de los huevos en las distintas especies de *Strongylus* dentro de la ciatostomosis y grandes especies de *Strongylusen* cultivo larval y la subsecuente identificación de larvas de tercer estadio.

Reportes de la resistencia de estróngilos frente a antihelmínticos son crecientes en caballos manejados en todo el mundo (Kaplan, 2002, 2004). Brasil siendo el primero en

reportar una aparente resistencia de estróngilos frente ivermectina, y otros autores especularon que el clima tropical podría ser un factor predisponente para desarrollar resistencia (Moletto et al., 2008). Reportando también de US(Lyons et al., 2008) y Alemania (von Samsom-mimelstierna et al., 2007) revelando una reaparición de huevos de *Strongylus* en corto tiempo después del tratamiento con ivermectina, que está siendo interpretado como primeras indicaciones del desarrollo de resistencia. Debido a la falta de información sobre la eficacia de los desparasitantes usados para la eliminación de *Strongylus spp* en equinos en Nicaragua se persiguió investigar la eficacia de los antihelmínticos en el recuento de huevos en heces fecales y comprobar si hay reducción determinando así el periodo de reaparición.

2.1. Antecedentes.

Estudio previo realizado por *Morales et al.*, (Caracas, 2011) mostró una eficacia significativa del 99%. del Fenbendazol a dosis de 6 mg/kg frente a parásitos gastrointestinales. Chávez et al., (Perú, 2006) reportó una eficacia significativa del 50 % usando una solución que contenía triclabendazol, ivermectina y fenbendazol contra *Strongylus spp.* a los 35 días post tratamiento. Salas et al., (Cuba, 2014) reportó una eficacia de Labiomec (Ivermectina 1%) para *S. vulgaris* el 50 % y para *Cyathostominae* resultó sumamente elevada con el 98 %. Monahan et al. (1995) demostró que la moxidectina tiene una eficacia del 100% contra *Strongylus vulgaris*, *Strongylus edentatus* y para 22 especies de pequeños estróngilos 14 días después del tratamiento.

2.2. Justificación.

Strongylus spp., son nematodos ubicuo del intestino de caballos que en elevadas infestaciones causan graves daños en la salud de los animales de trabajo.

A pesar de la evidencia en otros países que *Strongylus spp.*, presenta resistencia frente a estos dos antihelmínticos, en Nicaragua no se ha reportado su efectividad.

Con este estudio se pretende evaluar la eficacia de los dos fármacos parasiticidas conociendo las especies con mayor presencia.

2.3. Planteamiento del Problema.

¿Cuál eficacia de ivermectina y fenbendazol contra los *Strongylus spp* en caballos de trabajo de la comunidad de San Antonio municipio El Sauce?

III.OBJETIVOS.

General

- Evaluar la eficacia de ivermectina y fenbendazol como antihelmíntico frente a *Strongylus spp* en caballos de trabajo de la comunidad del Valle San Antonio municipio de El sauce.

Específicos

- Identificar el número de animales positivos a *Strongylus spp*.
- Evaluar la carga parasitaria por animal y conocer las especies de *Strongylus spp* más comunes en caballos de trabajo.
- Evaluar la eficacia de ivermectina y fenbendazol frente a *Strongylus spp*.
- Determinar el periodo de reaparición de huevos de *Strongylus spp* en heces post tratamiento en caballos tratados con ivermectina y fenbendazol.

IV. MARCO TEORICO.

4.1. Nematodos *Strongylus* del caballo.

El caballo es hospedador de un gran número de especies de parásitos gastrointestinales, de los cuales los nematodos de la familia *Strongylidae*, comúnmente llamados nematodos estróngilos, son los más importantes. Estos parásitos son ubicuos y viven como adultos en el intestino grueso de los équidos. Nematodos *Strongylus* también ocurren en otro ganado doméstico, por ejemplo *Chabertia ovina* en ovejas y *Oesophagostomum spp.* En los rumiantes y cerdos. El principal rasgo característico de los nematodos de *Strongylus* es una cápsula bucal bien desarrollada, la forma y el tamaño de los cuales son importantes para identificación de especies. Nematodos *Strongylus* de équidos (caballos, burro, cebra). Los *Strongylus* son clasificados en las subfamilias *Strongylinae* y *Cyathostominae*, a veces categorizados como *Strongylus* grandes y pequeños, respectivamente. Dentro de la subfamilia *Cyathostominae*, prácticamente todas las especies que parasitan caballo pertenece a la tribu *Cyathostominae*. En 2001, la recomendación de utilizar los *Cyathostoma* como nombre común para los miembros de la tribu *Cyathostominae* fue adoptada por la Asociación Mundial para la Promoción de la Parasitología Veterinaria (Lichtenfels, Gibbons y Krecek, 2002).

En 1780, el primer nematodo estróngilos, *Strongylus equinus*, fue descrito por Müller (Lichtenfels, 1975), y durante las siguientes descripciones del siglo y nombramiento de varias especies de estróngilos se publicaron. En la monografía definitiva por Ralph Lichtenfels (1975), 56 especies de nematodos de *Strongylus* en équidos se describen en detalle. Desde entonces la clasificación de estos parásitos ha sufrido más revisiones debido al desarrollo de la moderna base técnicas moleculares. Estas técnicas han abierto la puerta a los estudios sobre las relaciones moleculares entre las especies. Grupos de investigación, principalmente en Australia (Hung et al., 2000) y el Reino Unido (McDonnell et al., 2000), están trabajando actualmente en el establecimiento de las relaciones filogenéticas de las dos subfamilias. Por la comparación de secuencias

de ADN se ha demostrado que los géneros con pequeñas cápsulas bucales cilíndricas es probable que hayan evolucionado desde aquellos con gran cápsula bucal (Hung et al., 2000).

4.2. Morfología.

Los nematodos tienen una forma cilíndrica, y el cuerpo está cubierto por una capa incolora, la cutícula. El sistema digestivo incluye la boca, el esófago y el tubo intestinal, que termina en un ano en hembras y una cloaca en los machos. Los órganos reproductivos femeninos comprenden ovario, oviducto y útero, mientras que en el masculino esta comprende el testículo y un conducto deferente. Los machos también poseen órganos accesorios siendo las más significativas las espículas y la gubernaculum. Estos órganos son esenciales para la identificación de especies de *Trichostrongyloides* en rumiantes, pero son de menor importancia para la identificación de *Strongylus* de caballos.

La diferenciación morfológica de las especies de *Strongylus* de los caballos es principalmente basado en características del extremo cefálico (cabeza) del gusano (Lichtenfels, 1975). La cápsula bucal está bien desarrollada. Muchos *Strongylus* tienen una clara engrosamiento que se extiende dorsalmente en la cápsula bucal, el llamado canal dorsal. Un collar de la boca, que es parte de la cutícula, rodea la abertura de la boca; a veces contiene papilas lateral cefálica. Algunos géneros tienen una estructura única llamada el apoyo extra quitinosa por la corona de la hoja externa, que es un anillo esclerotizado anterior a la cápsula bucal.

4.3. Especies.

4.3.1. Strongylinae

Las especies de *Strongylinae* tienen grandes cápsulas bucales esféricas o en forma de embudo, que contienen a menudo algún tipo de dientes en la base. Los géneros incluidos en el subfamilia *Strongylinae* son : *Strongylus* (Müller , 1780) , *Oesophagodontus* (Railliet Y Henry , 1902) , *Triodontophorus* (Looss , 1902) ,

Craterostomum (Boulenger , 1920) y *Bidentostomum* (Tshoijo , 1957). En el futuro puede haber una revisión del sistema actual de la subfamilia, como estudios filogenéticos han indicado que *Oesophagodontus robustus*, *Triodontophorus spp.* Y *Craterostomum acuticaudatum* están más estrechamente relacionados a la subfamilia *Cyathostominae* (Hung et. al, 2000).

Strongylus, el género más estudiado, abarca cuatro especies: *S. edentatus*, *S. equinus*, *S. vulgaris* y *S. asini*. Este último ha sido aislado sólo de la cebrá y el burro. La longitud de estos nematodos varía desde 20 hasta 45 mm, y son bastante robusto. La cápsula bucal es globular, y las especies *S. equinus*, *S. vulgaris* y *S. Asíni* que contiene los dientes prominentes que son característicos de las diferentes especies. *Oesophagodontus* consiste en la sola especie *O. robustus*, que se considera ser rara (Lichtenfels, 1975). Siete especies pertenecen al género *Triodontophorus*, todas equipadas con tres pares de grandes dientes que se extienden en la cápsula bucal. *Craterostomum*, el más pequeño de los grandes estróngilos, consiste en sólo dos especies raras, de las cuales *C. acuticaudatum* se produce en todo el mundo (Lichtenfels, 1.975). El *Bidentostomum* género con una sola especie, *B. ivaschkini*, es el más reciente además de la subfamilia (Lichtenfels, 1.975; Lichtenfels et al, 1998).

4.3.2. Cyathostominae.

La cápsula bucal de *Cyathostomae*s corta, cilíndrica o anular y los gusanos son generalmente más pequeños que los grandes *Strongylus*, aunque algunas especies dentro del género *Cylicocyclus* pueden alcanzar los 25 mm de longitud. Un número de estudios sobre la prevalencia de los *Cyathostomae*n todo el mundo se basan en las claves morfológicas de Lichtenfels (1975). Aquí describió 41 especies, asignado a los siguientes ocho géneros: *Caballonema* (Abuladze, 1937), *Cyathostomum* (Molin, 1861), *Cylicocyclus* (Ihle, 1922), *Cylicodontophorus* (Ihle, 1922), *Cylicostephanus* (Ihle, 1922), *Cylindropharynx* (Leiper, 1911), *Gyalocephalus* (Looss, 1900) y *Poteriostomum* (Quiel, 1919). Sin embargo, Hartwich (1986) más tarde revisó la sistemática de los *Cyathostomae*y reorganizó algunas de las especies en dos nuevos géneros: *Coronocyclus* (Hartwich, 1986) y *Parapoterostomum* (Hartwich, 1986). Por otra parte, el género *Petrovinema* (Ershov, 1943) fue resucitado, mientras *Gyalocephalus* se colocó

por separado de la tribu *Cyathostominae*. En la lista publicada en 1998 (Lichtenfels et al., 1998), tres géneros adicionales que habían sido reconocidos por Dvojnok y Kharchenko (1994) se incluyeron: *Hsiungia* (K'ung y Yang, 1964), *Skrjabinodentus* (Tshoijo, en Popova, 1958) y *Tridentoinfundibulum* (Tshoijo, en Popova, 1958). Por lo tanto, dentro de la tribu *Cyathostominae* actualmente hay 13 géneros reconocidos, que comprende 52 especies y una subespecie en équidos. *AsinusCylicocyclus* en el asno es la especie más recientemente descrita (Lichtenfels, Gibbons y Krecek, 2002; Matthee, Krecek y Gibbons, 2002). Hasta la fecha, 11 de las 52 especies han sido encontradas exclusivamente en burros y cebras.

4.4. Ciclos de vida de *Strongylus spp.*

Los ciclos de vida de las especies de *Strongylus* son directos, pero son algo complicado ya que implican migraciones somáticas de estadios larvarios. Los períodos prepatentes (el tiempo desde la infección hasta que los huevos son detectables en las heces) para los miembros de este género varían desde 6 meses (*S. vulgaris*) a 10-12 meses (*S. edentatus*) (Urquhart et al. 1996).

Los llamados aneurismas en las arterias verminosas causadas por larvas de *S. vulgaris* han sido reconocidos durante mucho tiempo. En 1949 se informó de que el 90% de los caballos en Suecia han tenido tales aneurismas corroborados por necropsias (Brinck, 1949). Aunque diferentes teorías se han propuesto para la forma en que las larvas migran a las arterias mesentéricas (Popova, 1955), los detalles del ciclo de vida seguía siendo vaga hasta que infecciones experimentales en los potros se llevaron a cabo en los años 1960 y 1970. El seguimiento del desarrollo de *S. vulgaris* fue sugerido por Duncan y Pirie (1972). La tercera etapa larval (L3) en el pasto, todavía encerrada en la cutícula de la segunda etapa (L2), se ingiere por el pastoreo de caballos. Una vez que las larvas llegan al intestino, estas penetran en la mucosa del intestino delgado y grueso dentro de unos pocos días. Durante la siguiente semana de la muda de larvas de la cuarta etapa (L4) entran en el lumen de las pequeñas arteriolas del intestino. Las L4s migran hasta el árbol arterial contra el fluido sanguíneo y por 14-21 días llegan a la arteria mesentérica craneal, donde crecen considerablemente en tamaño durante un

período de 3-4 meses antes de que se muden a la quinta etapa (L5). LaL5S con el flujo de sangre los adultos jóvenes regresan por las arterias mesentéricas a la pared del ciego y el colon, donde se encapsulan en la subserosa, formando nódulos de 5-8 mm de diámetro. Eventualmente estos nódulos se rompen y los adultos jóvenes son liberados en el lumen del intestino grueso. Después otras 6-8 semanas en el intestino lumen los adultos jóvenes se han convertido en sexualmente gusanos maduros. Ocasionalmente lesiones en otras partes del sistema arterial por la migración aberrante de larvas.

4.5. Ciclo biológico de Cyathostominae.

Los ciclos de vida de la especie *Cyathostoma* individual todavía no se conocen en detalle, y por lo tanto la ruta que aquí se presenta se supone actualmente para ser aplicable para todos los miembros de la subfamilia. LasL3s pegados en el intestino delgado antes de entrar en las criptas de Lieberkühn en el ciego y el colon, en la base de estas criptas las larvas penetran en la capa mucosa, donde posteriormente son rodeados por los fibroblastos que forman cápsulas. Algunas especies como por ejemplo la especie *C. insigne* prefieren excavar más profundo en la submucosa, mientras que especies más pequeñas tales como *C. longibursatus* estancia es en la mucosa (Ogbourne, 1978). En la pared del intestino grueso los L3s mudan a L4s. En algún momento de la pausa L4s fuera de las cápsulas y entran en el lumen intestinal, donde se lleva a cabo la cuarta muda. Los gusanos adultos parecen tener diferentes preferencias en el intestino delgado dependiendo de la especie (Ogbourne, 1978). Curiosamente, los adultos generalmente se encuentran en una localización anatómica distal al sitio preferido de larvas en desarrollo. Por lo tanto, parece que *Cyathostoma* migra posteriormente durante la maduración.

Una proporción de las larvas en estadio temprano (EL3) dejará temporalmente su desarrollo en la mucosa / submucosa (Eysker, Jansen&Mirck, 1984). Esta condición inhibida se considera que es una parte normal del ciclo de vida (Coles et al., 2003), y puede durar durante un período prolongado de tiempo. Gibson (1953) demostró que las

larvas inhibidas aún podrían reanudar el desarrollo en caballos estabulados después de los tres años. La Inhibición larvaria es un fenómeno común en los parásitos nematodos del ganado doméstico. Sin embargo, no se sabe qué factores inician el proceso. Para los nematodos de los rumiantes, las infecciones experimentales han indicado que disminución de la inmunidad, tamaño de la población y el acondicionamiento de temporada de las larvas son importante (Armour y Duncan, 1987; Eysker, 1997a). Estos factores también han sido discutidos como posibles desencadenantes de larvas cyathostomicas. Tanto en el ganado vacuno y caballos se ha demostrado que las proporciones de larvas inhibidas son mayores en la estación seca, cuando las condiciones de pastura son duras para las larvas infectantes (Armour y Duncan, 1987; Eysker, Boersema y Kooyman ,1990; Collobert - Laugier et al., 2002).

El período prepatente de *Cyathostoma* es generalmente 2-3 meses, aunque varía en función de la inhibición de las larvas (Urquhart et al., 1996). Además, la edad del caballo parece tener un impacto en el período prepatente, ya que se ha demostrado que es más largo en caballos viejos que en potros (Smith, 1978).

4.6. Prevalencia.

Las tres especies *Strongylus* que infectan los caballos son comunes en todo el mundo, particularmente *S. vulgaris*, que también es reconocida como la especie más patógena de los grandes estróngilos. Sin embargo, gracias al uso generalizado de modernos antihelmínticos (medicamentos de desparasitación), la ocurrencia de *S. vulgaris* ha disminuido mucho en las últimas décadas (Herd, 1990). En rebaños donde antihelmínticos no se han utilizado para controlar los parásitos, la prevalencia se ha mantenido alto (Gawor, 1995).

Prácticamente todos los caballos de pastoreo están infectados con *Cyathostoma*. Una gran proporción de la carga total se compone de fases larvarias en la mucosa intestinal y submucosa. El número de *Cyathostoma* en el lumen intestinal puede variar desde unos pocos mil a más de 1,2 millones (Ogbourne, 1975). Comúnmente el 90 % de los gusanos adultos se distribuyen en toda la zona dorsal y ventral de colon y la restante

(10 %) se encuentran en el ciego (Reinemeyer, 1986; Gawor, 1995; Collobert - Laugier et al., 2002).

Aunque más de 40 especies *Cyathostoma* pueden infestar el caballo, los estudios de prevalencia de todo el mundo han demostrado que la gran mayoría de las poblaciones cyathostomicas dentro de las manadas de caballos se componen con menos de 10 especies (Ogbourne, 1976; Reinemeyer et al., 1984; Torbert et al., 1986; Krecek, Reinecke y Horak, 1989; Mfitilodze y Hutchinson, 1990; Gawor, 1995; Silva et al., 1999; Lichtenfels et al., 2001). Típicamente, un caballo está infectado 5-10 de la especies comunes (Lichtenfels, Gibbons y Krecek, 2002). *Cylicostephanus longibursatus*, *Cylicocyclus nassatus* y *Cyathostomum catinatum* han sido informado de que son las tres especies más comunes (Anderson & Hasslinger, 1982; Reinemeyer et al., 1984; Mfitilodze y Hutchinson, 1990; Bucknell, Gasser y Beveridge, 1995; Silva et al., 1999). Sin embargo, se llevaron a cabo estos estudios antes a las re-descripciones de *Cylicocyclus nassatus* y *Cylicocyclus ashworthi* (Lichtenfels et al., 1997), y debido a las similitudes morfológicas entre la dos especies, lo más probable es que la prevalencia de *Cylicocyclus ashworthi* ha subestimado a favor de *Cylicocyclus nassatus*. En un estudio realizado más recientemente en Escocia *Cylicocyclus ashworthi* se informó como la especie más abundante (Lichtenfels et al., 2001).

4.7. Epidemiología.

Huevos de *Strongylus* se pasan con las heces, y en buenas condiciones eclosionan en larvas de primer estadio (L1) dentro de 2-4 días. Los huevos embrionados toleran bajas temperaturas (incluso la congelación), que sólo va a retrasar aún más el desarrollo (Uhlinger, 1991). La tasa de eclosión es directamente proporcional a la temperatura del medio ambiente (Ogbourne, 1972). Los estudios de laboratorio han demostrado que a temperaturas entre 25-33 ° C la eclosión se completa dentro de las 24 horas, mientras que por debajo de 5 ° C los huevos permanecen viables pero no hacen ningún cambio (Mfitilodze y Hutchinson, 1987). La primera etapa de larvas son susceptibles a temperaturas de congelación, así como para la desecación. Cuando la materia fecal seca rápidamente los huevos eclosionan pero los L1s no logran desarrollar aún más

(Ogbourne, 1972). Los L1s se alimentan de bacterias antes de que desarrollen a la segunda etapa. Los L2 son muy resistentes a la desecación, pero al igual que los que L1s pueden morir después de períodos prolongados de frío.

Para el desarrollo de las etapas pre -infecciosa en infecciosa L3 y, además, supervivencia de L3 en las heces, la temperatura y la humedad interactúan. Sin embargo, a menos que sea muy seco, la temperatura es el factor limitante para el desarrollo en L3s. Bajo condiciones de laboratorio, L3s sólo pueden ser recuperados de las heces que ha sido incubados entre 10 a 35 ° C. Esto toma 15-24 días a la temperatura más baja y 3 días en el más alto (Mfitilodze y Hutchinson, 1987).

Al igual que muchos nematodos gastrointestinales del ganado, la fase infecciosa L3s conserva las cutículas de L2, que es beneficiosa para la supervivencia prolongada en heces (Urquhart et al., 1996). Por lo tanto, los L3s no se alimentan, pero viven de nutrientes almacenados. Ellos sobreviven más tiempo en el estado desecado que en condiciones húmedas debido a que en el estado anterior de las larvas no son activos y por lo tanto conservan la energía, mientras que en la última situación temperaturas más altas estimulan la migración de las heces a las pasturas y provocan un agotamiento de la energía almacenada (Mfitilodze y Hutchinson, 1987). Se ha demostrado que no todos las L3s emigran desde las heces de forma simultánea; los depósitos fecales actúan como reservorios de la cual las larvas se liberan de forma intermitente (Ogbourne, 1972).

Los huevos se desarrollan a L3s infectivos que se acumulan en las heces en el pasto. Coincidiendo con lluvias a finales de verano temprano, aumentos masivos en el número de L3 en pasto son vistos normalmente (Duncan, 1974; Nilsson y Andersson, 1979; Mirck, 1981; Craig, Bowen y Ludwig, 1983; Rebaño y Willardson, 1985; Polley , 1986 ; Slocombe , Valenzuela y Lago , 1987). Dependiendo de la ubicación geográfica, las diferencias climáticas causan diferentes patrones de transmisión. Así, en el centro de Texas el aumento de las recuperaciones larvarias hace que no ocurren hasta octubre y las yeguas que no presentan un aumento de primavera en el huevo fecal de salida (Craig, Bowen y Ludwig, 1983). En la transmisión sur de Luisiana se produce durante todo el año, con el mayor número de L3s presente en pasto en el invierno y los

números más bajos en los meses de verano (Baudena et al., 2000a; Chapman, francés y Klei, 2001).

Es difícil predecir la infectividad en pastos, ya que muchos factores, por ejemplo precipitaciones, la temperatura, la humedad y la degradación de las heces influyen en el desarrollo y la supervivencia de huevos y larvas. Esto fue evidente en una serie de estudios a largo plazo realizados en nematodos del ganado (Dimander, 2003).

4.8. Patogenicidad.

4.8.1 Strongylus vulgaris.

Los efectos patogénicos de adultos de *S. vulgaris* están relacionados con la ingestión del parásito en la mucosa del intestino grueso. Los hábitos de alimentación de los adultos resultan en daño a la capa mucosa y en ocasiones la rotura de los vasos sanguíneos. A pesar de que los efectos de los adultos en el intestino son de menor importancia que las causadas por el larvas, no hay duda de que las infecciones pesadas pueden causar anemia en el caballo (Urquhart et al., 1996).

Los efectos patogénicos de la infección por *S. vulgaris* son causados principalmente por la migración de los estadios larvarios. Las larvas inducen endoarteritis en la arteria mesentérica y sus ramas. Esto provoca engrosamiento de la pared arterial, trombos y la necrosis en las zonas del intestino. El término "Aneurisma verminoso" se refiere a verdaderos aneurismas con dilatación y adelgazamiento de la pared arterial que puede ocurrir como resultado de la migración de las larvas. La importancia clínica de las lesiones causadas por *S. vulgaris* larvas dependiendo de su magnitud y la ubicación. Malestares abdominales y cólicos son considerados como el más común síntoma clínico. En los potros, los síntomas clínicos como un aumento de la temperatura, anorexia, depresión y el dolor abdominal se han observado en unas pocas semanas después de la infección experimental (Duncan y Pirie, 1973). Experimentalmente, también se encontró que la migración larvaria puede inducir lesiones extra-vasculares como neumonía y eosinofílica, granulomas eosinófilos en el epicardio y el hígado (Turk

y Klei, 1984). En condiciones naturales, los síntomas graves son raramente vistos porque potros pueden tolerar un gran número de larvas si se ingiere en pequeñas dosis durante un largo período (Urquhart, 1996). Un estudio de la infección natural de potros en pasto altamente contaminado mostró que la exposición durante un mes se asoció con debilidad y pérdida de peso (Thamsborg et al., 1998). A pesar de que los caballos viejos susceptibles a la infección con *S. vulgaris*, las complicaciones de miocardio y los cólicos son más frecuentes en caballos jóvenes. Generalmente, el cólico iniciado por *S. vulgaris* se vió con más frecuencia durante el invierno que en otras épocas del año. Este es muy probablemente debido a que el número de larvas en el sistema arterial, con la mayor los números que están presentes durante los meses de invierno (Ogbourne, 1975b).

4.8.2 Cyathostominae.

Históricamente, *Cyathostoma* se han considerado como esencialmente no patógena, a pesar de que se observaron parásitos en la mucosa intestinal y para ser asociado con diarreas hace más de 150 años (Murphy & Mellor, 1999) y descripciones detalladas de las manifestaciones clínicas de *Cyathostoma* se realizaron hace 50 años (Velichkin, 1952). Los efectos patógenos de *Cyathostoma* eran probablemente debido a los síntomas dramáticos que fueron vistos en los caballos que sufren de infección por *S. vulgaris*. Sin embargo, el descenso de *S. vulgaris* y el surgimiento de la resistencia de *Cyathostoma* frente a antihelmínticos durante las últimas décadas ha cambiado la vista de la importancia relativa de estos parásitos. Hoy en día *Cyathostoma* se considera que son los principales agentes patógenos de nematodos del caballo (Murphy & Mellor, 1999).

Los *Cyathostoma* adultos se consideran de importancia clínica menor, aunque infecciones con gusanos adultos pueden estar asociados con diarrea leve. Al igual que con *S. vulgaris*, los estadios larvarios son responsables de la mayor parte de los daños causados en la mucosa y submucosa las larvas están rodeados por una cápsula fibrosa, y hay una reacción inflamatoria con eosinófilos, que es generalmente más

intensa en la submucosa (Jubb, Kennedy & Palmer, 1985). Hipertrofia e hiperplasia alrededor de las larvas encapsuladas se ve con frecuencia. La aparición de las larvas de la pared intestinal hacia la luz provoca la ruptura de la mucosa muscular y produce eosinofilia y edema, seguido por la infiltración de neutrófilos y macrófagos. Frecuentemente caballos infectados pueden tener hasta 60 larvas por centímetro cuadrado de la mucosa del intestino delgado (Jubb, Kennedy & Palmer, 1985).

Una larva de *Cyathostoma* puede producir una reactivación sincronizada de larvas inhibidas y de las de L4s en el lumen intestinal. Los factores de riesgo asociado con el desarrollo de la enfermedad clínica en el caballo son la edad, la temporada y tratamiento reciente antihelmíntico (Reid et al., 1995). Cyathostomosis larval es una enfermedad aguda que afecta principalmente a los caballos menores de seis años, aunque puede ser diagnosticado en los caballos de todas las edades. El principal efecto clínico atribuible a cyathostominosis es la pérdida de peso (Murphy & Mellor, 1999). Otras características clínicas típicas son: diarrea profusa de repentina aparición que puede llegar a ser crónica; pérdida de condición corporal; debilidad y edema subcutáneo de las extremidades y abdomen ventral (Paul, 1998). La muerte es relativamente común con una tasa de mortalidad de 50% (Love, 1995) Además, más hallazgos inespecíficos, tales como negativo o bajo recuento de huevos fecales, neutrofilia, hipoalbuminemia y hiperglobulinemia con un aumento de las B-globulinas, como apoyo al diagnóstico.

Además del síndrome de temporada clásica, una variedad de otras manifestaciones clínicas se han asociado con la infección *Cyathostoma*. Estos implican cólico inespecífico (Uhlinger, 1990), diarrea recurrente en ponis (Mair, 1993). Los caballos también pueden mostrar síntomas leves o subclínicos, como la pérdida de la condición, la pérdida de peso y la motilidad intestinal alterada posiblemente como resultado de una enteropatía perdedora de proteínas inducidas por los *Cyathostoma* (Proudman y Matthews, 2000).

4.9. Inmunidad.

Desde hace tiempo se ha aceptado que los caballos jóvenes son más susceptibles a infecciones por estróngilos que los animales más viejos, pero los mecanismos involucrados en la respuesta inmune; las respuestas son complejas y no se ha estudiado mucho. Un número de observaciones indican que la inmunidad se adquiere con la edad. Los altos recuentos de huevos fecales y clínica cyathostomica se observan con mayor frecuencia en los caballos jóvenes, es decir, los menores de seis años. También hay diferencias de edad en el período prepatente para *Cyathostoma* y el tiempo requerido para la reaparición de huevos de *Strongylus* en las heces después de desparasitación. Estas características son más cortas en los animales jóvenes en comparación con los más viejos (Smith, 1978; Love & Duncan, 1992a; Klei y Chapman, 1999). Por otra parte, en los estudios de cargas cyathostomicas de caballos infectados de forma natural, se ha observado en potrillos de un año en comparación con los caballos mayores de 8 años (Klei y Chapman, 1999).

Evidencia de la inmunidad adquirida contra las infecciones de estróngilos también ha sido obtenida a partir de infecciones experimentales. Los estudios sobre *S. vulgaris* mostraron que los caballos previamente expuestos a la infección desarrollaron una resistencia significativa a la reinfección y menos signos clínicos que los animales criados libres de lombrices (Duncan y Pirie, 1973). El estudio más reciente de potros mostró que la exposición previa al contaminante en gran medida pastizal indujo inmunidad contra la infección de prueba con estróngilos mixta L3. Por otra parte, un segundo desafío de los individuos expuestos resultó en la expulsión de nematodos existentes (Monahan et al., 1997). Esta expulsión fue similar a autodefensa, la bien conocido Th2 reacción inmunomediada que se describe a menudo de infecciones por nematodos de ovejas (Tizard, 2000).

La respuesta inmune del huésped se dirige contra diferentes etapas del ciclo de vida. Los números más altos de las primeras etapas enquistadas L3s y otros han sido demostrado en la mucosa de ponis expuestos anteriormente en comparación con aquellos no expuestos (Chapman et al., 2002). Se sugirió que algunos factores del huésped inducen inhibición larvaria en ponis expuestos anteriormente. En otro estudio,

la comparación de cargas cyathostomicas de potros expuestos anteriormente y potros ingenuo a helmintos también presentan proporciones más altas reveladas de etapas de la mucosa en los animales expuestos anteriormente, pero tenían menores cargas totales (Love & Duncan, 1992b). Sin embargo, en comparación con adultos (edad media 8-6 años), potrillos y potros de un año tenían un mayor número de larvas inhibidas.

Generalmente, nematodos gastrointestinales están acoplados a la respuesta de tipo Th2 de linfocitos, que incluye la secreción de las siguientes citocinas: interleucina-4 (IL-4), IL-5, IL-6, IL-9, IL-10 e IL-13. La respuesta Th2 implica la movilización de eosinófilos, la acumulación de mastocitos intestinales y la producción de IgE con el tiempo. Los animales parasitados pueden haber elevados en gran medida los eosinófilos y los niveles de IgE. Estos efectores pueden dar lugar a reacciones de hipersensibilidad de tipo I, tales como urticaria, que en ocasiones se producen en las infecciones por helmintos (Tizard, 2000). La mayor función inmunológica común de las infecciones por helmintos es la contratación de eosinófilos. Como se mencionó anteriormente, un gran número de eosinófilos pueden ser a menudo observados alrededor de las larvas cyathostomica en la pared intestinal. Eosinofilia periférica es un hallazgo más variable en caballos con strongylosis. La infección experimental con *Cyathostoma* L3s en ponis adultos expuestos anteriormente, los conteos eosinófilicos subieron rápidamente dentro de 10 días y se mantuvo alta durante dos años (Smith, 1978). Se sugirió que la eosinofilia prolongada se relaciona con la presencia de larvas inhibidas. En un estudio más reciente, ponis inmunizados con *S. vulgaris* L3s radioatenuadas desafió la infección marcado por eosinofilia (Monahan *et al.*, 1994). También un estudio de potros expuesto a infecciones mixtas de estróngilos durante un mes reveló un sustancial aumento de los eosinófilos en la sangre después de dos semanas de pastoreo (Thamsborg *et al.*, 1998). Sin embargo, en caballos clínicamente afectados, no es una constante encontrar eosinofilia, y la ausencia de eosinofilia no excluye el diagnóstico de infección *Strongylus* (Uhlinger, 1991; Love, 1995). En un informe de 15 casos clínicos de *Cyathostoma* larval, la leucocitosis era frecuentemente pero se asoció con un aumento de neutrófilos en lugar de eosinófilos (Giles, Urquhart y Longstaffe, 1985).

En conclusión, aunque muchas de las observaciones indican desarrollo de la inmunidad con la edad, es evidente que la resistencia adquirida a las infecciones de *Strongylus* es incompleta. Por lo tanto, la carga de gusanos pesada se pueden encontrar en los individuos de todas las edades, y los caballos pueden contribuir a pastos infectados durante toda su vida.

4.10. Diagnóstico.

Determinación del número de huevos de *Strongylus* por gramo de heces (hpg) es el método más ampliamente utilizado para el diagnóstico de la infección con *Strongylus* adultos. La principal desventaja de los recuentos de huevos fecales es que no reflejan la carga de etapas sexualmente inmaduros - L4s y L5S en la luz, el desarrollo de L4s y L3 en la mucosa, y L3s inhibidos en la mucosa. Por lo tanto, recuentos de huevo en las muestras fecales no se consideran 100% confiable, por lo que es necesario realizar seriados fecales y cultivos de larvas para identificar las especies de *Strongylus* presentes. Factores como nivel de infestación parasitaria y ovoposición de las hembras adultas influyen en la presencia de huevos en las muestras fecales, la distribución desigual de los huevos en las heces y la consistencia de las heces que también debe ser conocido. Sin embargo, el recuento de huevos fecales son útiles para comparar la eficacia de compuestos antihelmínticos, detectar resistencia a los medicamentos, y que determinan el correcto intervalo entre tratamientos antihelmínticos (Herd, 1992; Warnick ,1992).

Dado que no es posible distinguir los huevos de estróngilos de diferentes especies morfológicamente, las muestras fecales se cultivan durante 10-14 días a 20-25 ° C para permitir el desarrollo de L3 , que puede ser recogida mediante el procedimiento Baermann (Anónimo, 1986). Basado principalmente en el número y la forma de las células intestinales de la L3, la mayoría de los grandes *Strongylus* puede ser morfológicamente diferenciada, pero diferentes especies de *Cyathostoma* todavía no son distinguibles. Recientemente se ha informado de que la técnica de Baermann es también un método exitoso para la recuperación de larvas *Cyathostoma* inmadura en las heces de caballos clínicamente enfermos (NautrupOlsen et al., 2003).

En la última década, los enfoques moleculares se han desarrollado que permiten la identificación de las especies en etapas pre-adultos de nematodos *Strongylus* (Gasser et al., 2004; Matthews et al., 2004). Los avances recientes incluyen la caracterización de nematodos *Strongylus* con secuencias de ADN ribosomal.

Un método para detectar estadios larvarios de la mucosa sería valioso en el diagnóstico de *Cyathostoma* larval. Recientemente, se obtuvieron resultados prometedores en este campo, por lo que los estudios sobre respuestas inmunes a antígenos somáticos larval revelaron aumentos en suero de IgG (T) en respuesta a larvas en mucosadentro del periodo prepatente (Dowdall et al., 2002). Dos complejos putativos antígenos de diagnóstico fueron identificados y posteriormente su especificidad se evaluó usando sueros de caballos de forma experimental y naturalmente infectados y ponis infestados por primera vez (Dowdall et al. 2003; Dowdall et al., 2004). Los resultados de estos estudios indicaron la posibilidad de desarrollar un inmunoensayo para ser utilizado en casos clínicos de diarrea, o pérdida de peso en los caballos.

4.11. Control.

El objetivo para el control de las infecciones de *Strongylus* es reducir al mínimo el número de huevos infecciosos resultante (L3s) en las áreas de pastoreo y de ese modo prevenir la sintomatología la enfermedad subclínica. Hay varios enfoques sobre la manera de lograr este objetivo pero tradicionalmente el control se ha basado en el tratamiento regular con fármacos antihelmínticos. Sin embargo el método de control más fiable es prevenir caballos de pastoreo.

Inicialmente, los programas de control antihelmínticos se dirigen principalmente a la especie de *Strongylus*, especialmente al patógeno *S. vulgaris*. La prevalencia de *S. vulgaris* y cólicos relacionados con este parásito de hecho ha disminuido, pero desafortunadamente un uso generalizado e intensivo de antihelmínticos ha llevado a la selección de poblaciones *Cyathostomica* farmacorresistente. Basado en el modo de acción existen tres principales clases de fármacos antihelmínticos utilizados contra nematodos *Strongylus*: 1) los benzimidazoles (por ejemplo, tiabendazol, oxibendazol y

fenbendazol); 2) las tetrahidropirimidinas (pirantel); y 3) lactonas macrocíclicas (ivermectina y moxidectina). Cuando se introdujo por primera todos estos medicamentos ejercían alta eficacias (> 90%) frente a las etapas adultas de nematodos *Strongylus*. En las etapas de pre-adultos la eficacia varía. Las lactonas macrocíclicas son muy potentes contra larvas de *S. vulgaris* (Wescott, 1986; Monahan et al., 1996), mientras que insatisfactoria eficacias se han reportado para benzimidazoles y pirantel (Duncan et al., 1977; Eysker, Boersema y Kooyman, 1991). Por lo que respecta a *Cyathostoma* en etapas pre-adultos una alta eficacia de la ivermectina ha demostrado contra L4s luminales, pero no contra inhibido de L3 tarde y L4s, ni siquiera con dosis elevadas del fármaco (Eysker, Boersema y Kooyman, 1992; Klei et al, 1993). La moxidectina es tan eficaz como la ivermectina contra adultos y L4s luminales, pero en la mucosa se reducen con éxito por esta droga (Eysker, 1997b). La temprana L3 inhibida se considera que son las etapas antihelmínticas menos susceptibles. Sin embargo, un estudio de dosis y masacre controlado demostró que tratamiento con fenbendazol por cinco días era muy eficaz contra gusanos adultos así como L3s inhibidas (Duncan, BairDen y Abbott, 1998). No obstante, en un campo de estudio sobre la eficacia de un curso de cinco días de fenbendazol contra las poblaciones benzimidazolresistente este régimen no logró reducir los recuentos de huevos fecales a niveles aceptables (Chandler, Collins & Love, 2000). Se concluyó que cinco días tratamiento con fenbendazol puede ser de beneficio terapéutico, pero debe evitarse en programas de prevención con benzimidazoles.

Hay diferentes rutinas de tratamiento antihelmíntico, que incluyen: a) sistemas de intervalo con los tratamientos de todos los caballos cada 6-8 semanas; b) los tratamientos estratégicos de todos los caballos en los puntos críticos de tiempo, basado en la estacionalidad de desarrollo y la supervivencia de L3 en el pasto; y c) los tratamientos de caballos individuales apuntado con recuentos de huevos fecales por encima de un cierto número de huevos por gramo (hpg). En los EE.UU., la administración diaria y mensual de fármacos antihelmínticos también ha sido practicado (Herd y Majewski, 1994). Se ha propuesto que algunos caballos están predispuestos a la infección por parásitos, y que éstos los llamados "gusanos" en los caballos sirven como reservorio de infección para el rebaño. Sin embargo, aunque no confirmado por

estudios de campo a largo plazo, el hallazgo de correlaciones significativas entre pares de recuento de huevos fecales de los mismos individuos apoya esta teoría (Gomez&Georgi, 1991;Döpfer et al, 2004).

Periodo reaparición de huevos (PRH) es el término para el intervalo de tiempo de tratamiento antihelmíntico hasta que los huevos de estróngilos se detectan de nuevo en las heces. Por lo tanto PRH constituye una guía para el establecimiento de intervalos de tratamiento. Generalmente, PRH varía de 4-12 semanas. Moxidectina es el supresor de más larga duración sobre la producción de huevos *Strongylus* (Boersema, Eysker y Canderaar, 1998; MartinDownum et Alabama., 2001). Sin embargo, no sólo la elección del fármaco antihelmíntico afecta la variabilidad de los PRH, sino también factores como el tamaño del hato, la edad de los caballos, pastos y factores de manejo y las variaciones estacionales(Uhlinger , 1992). Por lo tanto, el momento adecuado de intervalos de tratamiento puede ser difícil de determinar; la mejor estimación se obtiene cuando los recuentos de huevos fecales se realizan para el grupo de pastoreo.

El tratamiento antihelmíntico representa una posibilidad para romper el ciclo de vida de los nematodos *Strongylus* reduciendo así el número de huevos depositados sobre pasto. También hay otros métodos que deben ser tratados con quimioterapia especialmente en caballos jóvenes donde reduce la eficacia de los tratamientos antihelmínticos y PRH más cortos han sido reportados (Herd y Gabel, 1990). El valor de higiene de los pastos por lo general se pone de relieve en las recomendaciones de control de parásito. Se ha demostrado que la eliminación de heces de los pastos dos veces por semana ofrece un control muy eficaz, incluso superior al uso de antihelmínticos (manada, 1.986). Además, las áreas de pastoreo aumentan sustancialmente cuando se limpian las áreas de defecado. La extracción dos veces por semana de heces asegura que L3 es *Strongylus* no se desarrollen y no emigren a la hierba. Puesto que se ha mostrado que muy pocas larvas infectantes se desarrollan dentro de la primera semana después de la deposición (Ramsey et al., 2004 Otras estrategias de pastoreo que disminuyen la acumulación de larvas en pasto incluyen: menos pastoreo intensivo, el pastoreo mixto o alternante con ovejas / ganado, pastoreo en consecuencia, volver a sembrar, y la quema de pastos.

El control biológico de nematodos con hongos que son depredadores naturales de nematodos, es un enfoque no químicos para el control de *Strongylus*. Ensayos empleado de los hongos *Duddingtoniaflagrans* en ganado vacuno, ovino y porcino ha tenido éxito en la reducción del número de larvas infectantes (Larsen, 1999). Las clamidosporas, una forma de conservar esporas de *D. flagrans* que se alimentan de los animales y en los pastos están atrapadas las larvas infectantes y son destruidas por una tridimensional adhesión de la red de hifas. Los estudios con caballos en Dinamarca demostraron que *D. flagrans* redujo significativamente el número de L3 en pasto, así como la carga parasitaria adquirida en potros (Larsen et al., 1996; Fernández, 1997). También, evidencia de los estudios de campo llevados a cabo en un clima subtropical admite el uso de *D. flagrans* como un potencial agente de control biológico en el control de programas de parásitos equinos (Baudena et al., 2000).

Por último, se han hecho intentos para vacunar caballos por vía oral con *S. vulgaris* L3 irradiatenuados para protección contra este parásito. Con resultados alentadores se obtuvo en estudios experimentales en potros no inmunes que fueron vacunados antes de la exposición (Klei et al., 1982). En estudios posteriores a largo plazo de potros vacunados la duración de la protección contra la arteritis verminosa aguda fue de siete meses (Klei et al., 1989). Sin embargo, también hubo indicios de que la vacunación sería más eficaz en combinación con programas de control de antihelmínticos.

Aunque los resultados de estos estudios realizados en la década de 1980 fueron prometedores, una vacuna *S. vulgaris* comercial no se ha efectuado. Esto es debido probablemente a la concurrencia disminuida del parásito en las zonas donde las lactonas macrocíclicas se han utilizado.

4.12. Resistencia antihelmíntica.

El uso intensivo y generalizado de compuestos antihelmínticos ha dado lugar al desarrollo de resistencia a los medicamentos entre los parásitos, lo que constituye una grave amenaza para el control eficaz de las infecciones parasitarias. El problema es más agudo en pequeños rumiantes, donde la resistencia antihelmíntica se ha

desarrollado en contra de toda la droga. El primer hallazgo de resistencia contra antihelmínticos de amplio espectro en nematodos de *Strongylus* de caballos fue en 1965 sólo cuatro años después que tiabendazol se había introducido en el mercado (Drudge y Lyons, 1965). Aunque la resistencia antihelmíntica en ocasiones se ha sugerido que se produzca más entre las especies de *Strongylus*, los problemas en las poblaciones *Cyathostoma* han sido reconocidos en todo el mundo (Klei, 1983; Kaplan ,2002).

4.13. Definiciones

Resistencia antihelmíntica se define como una pérdida de la sensibilidad transmitida genéticamente en las poblaciones de gusano que antes eran sensibles a la misma droga (Köhler ,2001).

Existe resistencia donde la resistencia de un compuesto es el resultado de selección por otro compuesto con el modo de acción similar.

Reversión es una disminución en la frecuencia de individuos resistentes en una población después de la eliminación del agente de selección (Prichard et al., 1980).

4.14. Mecanismos de resistencia.

El modo de acción de benzimidazoles, la primera clase de antihelmínticos de amplio espectro está relacionada con su capacidad de unirse con alta afinidad a helminos b-tubulin la cual a lo largo con a-tubulinapolimeriza para formar estructuras de microtúbulos en las células de parásitos (Martin, Robertson y Bjørn, 1997). La interrupción de la formación de microtúbulos inhibe las funciones vitales como la mitosis y el transporte dentro de la célula. En última instancia, los benzimidazoles causan la muerte del parásito y también son ovicida. El efecto de estos fármacos es más lento que aquellos que se unen directamente a canales iónicos, por ejemplo las lactonas macrocíclicas. Dos isotipos de b-tubulina están identificados en nematodos: isotipo-I y II-isotipo, que tienen genes separados y varios alelos. La Resistencia a los

benzimidazoles se asocia con una pérdida progresiva de alelos de isotipo-I y una pérdida total de isotipo-II para b-tubulina en la población de nematodos (Martin, 1997). Esta reducción en el número de alelos isotipos parece producir un fenotipo resistente, cuya tubulina se une con una menor afinidad a la droga. En los nematodos de ovejas *Haemonchus contortus* y *Teladorsagia circumcincta*, la resistencia a benzimidazol se ha relacionado principalmente a un polimorfismo fenilalanina-tirosina en el codón 200 del gen de isotipo I (Kwa, Veenstra y Roos, 1994; Elard&Humbert, 1999). Sin embargo, más recientemente el hallazgo de mutaciones en otros lugares sugieren que la genética para resistencia benzimidazoles es más compleja y puede variar entre diferentes especies (Wolstenholme et al., 2004). En *Cyathostoma* del caballo el mecanismo para resistencia a benzimidazoles parece implicar más de una mutación. Los codones 167 y 200 de isotipo-I se consideran de importancia (Kaplan, 2002; SamsonHimmelstjerna et al., 2002; Drögemüller et al., 2004).

La segunda clase de fármacos las tetrahidropirimidinas actúan selectivamente como agonistas en los receptores nicotínicos de la acetilcolina sináptica y extra sinápticas en la superficie de células musculares de nematodo, causando así la contracción y parálisis espástica (Martin, 1997). La resistencia contra tetrahidropirimidinas se considera que está relacionada con alteración en los receptores nicotínicos de la acetilcolina, pero la base molecular de diferencias entre los gusanos sensibles y resistentes todavía no está claro (Wolstenholme et al., 2004).

Lactonas macrocíclicas la tercera clase, actúan como agonistas de glutamato en los canales de cloruro glutamato (Köhler, 2001). Esto conduce a un aumento de la permeabilidad Cloro seguido por la hiperpolarización de la membrana celular del músculo y parálisis. Se ha sugerido que la faringe nematoda es un objetivo importante por estos medicamentos y que el hambre es el efecto nematicida real (Sangster, 1999; Köhler, 2001). El mecanismo de resistencia contra lactonas macrocíclicas es también incierto, aunque se han propuesto algunas hipótesis basadas en observaciones en nematodos *Trichostrongilidos* en rumiantes y el nematodo de vida libre *Caenorhabditiselegans* (Wolstenholme et al., 2004).

4.15. La selección para la resistencia.

En la máxima eficacia de un fármaco (100%), no sobreviven parásitos y la resistencia no debe desarrollarse. Sin embargo, se cree que se producen genes que confieren resistencia de forma natural en todas las poblaciones de gusanos. La quimioterapia elimina gusanos susceptibles, mientras que algunos individuos que poseen genes que codifican para la resistencia sobreviven y se reproducen. Intervalos de tratamiento cortos proporcionan una mayor exposición al fármaco y así aumentan la tasa de selección para la resistencia. Con el tiempo, la frecuencia de individuos heterocigotos resistentes disminuye hasta que los gusanos resistentes homocigotos dominan, por lo que el fármaco es tolerado por la mayoría de los gusanos. Así fenotípicamente altas poblaciones resistentes que hay en teoría son individuos homocigotos cerca del 100%. Este proceso es probable que sea más rápida si la resistencia está vinculada a un gen dominante o si la resistencia está relacionada con la aptitud mejorada. Una vez que la resistencia ha sido establecida la población no parece volver a ser susceptible en la ausencia del fármaco de selección (Sangster, 1999).

También hay otros factores además de la genética del parásito que son de importancia para la resistencia. Tiempos de generación cortas en parásitos como resultado más rápido en la acumulación de alelos resistentes en la población. El tiempo de generación en grande *Strongylus* es considerablemente más larga que en *Cyathostoma*; esto podría ser un factor contribuyente para la ausencia de resistencia en los grandes *Strongylus*. En *Cyathostoma* el tratamiento con pirantel no tiene efecto en larvas de la mucosa; por lo tanto estas etapas junto con las etapas de vida libre en los pastos no son seleccionadas para la resistencia. Por el contrario, el tratamiento con fármacos larvicidas resulta en menores proporciones de la población en refugios y por lo tanto la selección aumentaría la presión, especialmente si el tratamiento antihelmíntico se realiza en tiempo de algunas etapas de vida libre que están presentes en los pastos. Además modelos informáticos sugieren que los fármacos de acción prolongada como la moxidectina se seleccione con más fuerza para la resistencia contra compuestos de acción corta debido a su exposición a los gusanos a dosis terapéuticas en la fase de eliminación del fármaco (Dobson, Le Jambre & Gill, 1996).

4.16. Detección de la resistencia.

Una variedad de ensayos in vivo e in vitro están disponibles para la detección de resistencia antihelmíntica. Todas estas pruebas están asociados con ciertos inconvenientes en términos de la sensibilidad, la interpretación, fiabilidad y coste.

La prueba de conteo de reducción fecal de huevos es utilizada con mayor frecuencia siendo el método para la detección y el seguimiento para la resistencia antihelmíntica en caballos. La reducción en el recuento de huevos fecales se calcula antes y 10-14 días después del tratamiento antihelmíntico y a continuación se evalúa de acuerdo con ciertos criterios de resistencia. La Asociación Mundial para el Avance de Parasitología Veterinaria (WAAVP) ha publicado recomendaciones para la detección de resistencia antihelmíntica en los nematodos equino (Coles et al., 1992). El FECRT es fácil de realizar pero requiere de muchos animales positivos algo que puede ser difícil de obtener. Por otra parte la sensibilidad es baja; al menos 25 % de los gusanos dentro de una población tienen que ser resistentes antes de que sea evidente por FECRT (Martin & Jarrett, 1989).

Resistencia antihelmíntica también puede ser detectada por métodos in vitro, de los cuales el ensayo de eclosión de los huevos (EEH) es el más ampliamente utilizado. La EEH fue desarrollada para detección de la resistencia a benzimidazoles, como esta clase de antihelmínticos previene embrionación y eclosión de huevos de *Strongylus*. Los huevos se incuban aumentando concentraciones de serie de antihelmínticos y mediante el cálculo del porcentaje de eclosión a cada concentración de una curva de dosis-respuesta y un valor de EC50 (concentración requerida para matar el 50 % de los huevos) se puede obtener. Este método requiere huevos sin desarrollar lo que limita su uso en el diagnóstico de rutina. Como es el caso con el PRCFH, la EEH sólo detecta los niveles de resistencia por encima de 25 % (Martin & Jarrett, 1989).

El ensayo de desarrollo de las larvas (LDA) es un método in vitro donde el desarrollo de larvas es el lugar de acción de la droga que se investiga. Los huevos son cultivados durante siete días en una placa de microtitulación que contiene concentraciones seriadas de diferente antihelmínticos, por lo general de todas las tres clases de fármacos. Para cada antihelmíntico el porcentaje del desarrollo de las larvas L3 se

calcula para cada concentración y posteriormente los valores de desarrollo de L3 se calculan con una dosis-respuesta determinando la inhibición de la L3 igual o mayor a un 50 %. La ventaja de LDA es que antihelmínticos con diferentes mecanismos de acción pueden ser probados simultáneamente. La prueba se ha utilizado con éxito en los estudios de campo de ovejas de rebaños (Lacey et al., 1990). Sin embargo, para *Strongylos* equinos LDA parece ser asociada a problemas de interpretación, fiabilidad y repetitividad (Tandon y Kaplan, 2004).

Las pruebas genéticas detectan la presencia de alelos de resistencia en una población de nematodos. El diseño de estas pruebas requiere el conocimiento sobre la bioquímica molecular y mecanismos de resistencia antihelmíntica, pero hasta la fecha éstos no son bien entendidos. También hay otras pruebas, como la prueba de la parálisis de las larvas, las pruebas de la motilidad, ensayos de migración y pruebas bioquímicas, pero éstos no se han utilizado con frecuencia en los nematodos de caballo.

4.17. La situación resistencia en *Strongylus* caballo.

Resistencia a los benzimidazoles en poblaciones *Cyathostomias* según lo determinado por FECRT, está muy extendida en todo el mundo y es probable que esté presente en todas las áreas donde se han utilizado estos medicamentos. En un estudio realizado en Suecia en 1986, la resistencia a benzimidazoles se encontró en todos menos uno de los 23 rebaños examinados (Nilsson, Lindholm y Christensson, 1989). De acuerdo a estas cifras los resultados de otros estudios realizados en Europa y los EE.UU. Diez de las especies más comunes de *Cyathostoma* han demostrado ser resistentes (Slocombe, 1992), y ha sido sugerido que la mayoría quizás todas las especies *Cyathostomias* incluyen genotipos resistentes (Kaplan, 2002).

Compuestos de pirantel se han utilizado ampliamente contra *Strongylos* desde la década de 1970. Aun así, la resistencia contra pirantel no se documentó hasta 1996 en EE.UU. (Chapman et al., 1996). Este informe fue seguido por otros precedentes de Noruega, Dinamarca y el sur de EE.UU. (Ihler, 1995b; Craven et al, 1998; Kaplan, 2004). El hecho de que la resistencia ha tenido un desarrollo lento contra pirantel podría estar en parte relacionado con genotipos susceptibles de gusanos que permanecen en el intestino después del tratamiento.

La única clase de antihelmínticos que sigue siendo eficaz en los equinos son las lactonas macrocíclicas. A pesar de ser utilizado en exceso durante 20 años, no hay informes de resistencia a la ivermectina en *Strongylos*. Sin embargo todavía se cree que la resistencia en contra de las lactonas macrocíclicas inevitablemente se producirá en *Cyathostoma* en caballos (Sangster, 1999).

V. DISEÑO METODOLÓGICO.

5.1. Materiales y métodos

5.1.1 Lugar de estudio e individuos

El estudio fue realizado en caballos de la comunidad de Valle San Antonio, localizado en el municipio de El Sauce, departamento de León, Nicaragua. Los equinos incluidos son de áreas cercanas aproximadamente 5 km a las comunidades en estudio, con coordenadas 12° 47'N y 86 29'W. El clima en área es caracterizado por una precipitación anual cerca de los 800 mm con variaciones considerables entre los años. La pluviosidad es bimodal con cortas lluvias en junio y más intensa en octubre-noviembre. La temperatura anual es cerca de 33 °C, con bajas temperaturas en diciembre y altas en abril (anónimo, 2010). Se realizó un estudio piloto con una encuesta entrevistada, 13 de 20 fincas declararon que ellos tratan sus caballos una vez al año con antihelmínticos (Luna y Kyvsgaard, unpublished).

Por invitación de los agricultores participaron voluntariamente en el estudio y fueron informados acerca del propósito del presente estudio. Un importante criterio de inclusión fue que los caballos no habían recibido tratamiento antihelmíntico con un mínimo de tres meses antes de iniciar el estudio. Un total de 88 perteneciendo a un total de 33 agricultores dispuestos para el muestreo. Todos los animales no tratados en el grupo control se les dio antihelmíntico al final del estudio.

Según la información dada por cada dueño la edad de los caballos está en un rango de 0.5-20 años con un promedio de 6 años.

5.1.2 Diseño del estudio

El experimento fue realizado como una prueba clínica durante un periodo de tiempo de 60 días empezando enero del 2014. En el primer día del estudio los caballos fueron asignados al azar a su llegada al grupo a tratar, después alternando llegada y tratados con uno de los dos antihelmintos o un constituyente placebo de vitamina del complejo B

(B1 10mg/ml, B2 3 Mg/ml, B3 100 mg/ml y B12 50mg/ml en una dosis de 2 ml por cada 100 kg i.m). Se creó tres grupos con 30, 30 y 28 caballos cada uno.

Se tomaron muestras fecales de todos los animales antes del tratamiento, se hizo el conteo de huevo por cada individuo. Las muestras fecales colectadas cada cuatro semanas subsecuentemente (día 0, 30 y 60) por 8 semanas. Las muestras doce de cada grupo fue seleccionada al azar para el cultivo larval individual e identificación los tipos de larvas de estróngilos.

5.1.3 Tratamiento y dosis

Fueron usados dos productos antihelmínticos. Con el fin de hacer el procedimiento en el menor tiempo, la dosis de tratamiento dada fue estandarizada y se ajustó al peso individual. Por lo tanto, los animales en el grupo ivermectina recibieron el fármaco (equimectrin, merillimited, iselin, NJ, USA) que era dado como una pasta oral con una concentración de ivermectina al 1%. Cada jeringuilla de ivermectina contenía una capacidad para 1250 lbs en equinos a una dosis de 91 $\mu\text{m}/\text{lb}$ (200 $\mu\text{m}/\text{kg}$) correspondiente a 113.75 μg por jeringuilla de ivermectina. Se administró la mitad de una jeringuilla para cada caballo en el grupo de IVM correspondiente a una dosis de 200 mg/kg en un animal con peso de 284 kg. El más pesado en este grupo fue medido por la estimación de la circunferencia con un peso de 269 kg (Kay et al., 2004). Los animales del grupo que recibieron fenbendazol (parafen, Aranda salud animal, México) en un 25 % formulación granulada. Cada caballo recibió un paquete de 10 g disuelto en agua por vía oral con una jeringa de 30-50 ml. Esta dosis corresponde a una dosis con rango de 7.5 mg/kg en un animal con un peso de 333 kg. El caballo más pesado de este grupo fue de 312 kg calculado por la circunferencia.

5.1.4 Método laboratorial

La toma de muestra fue rectalmente o caballos que depositaron recientemente las heces usando una bolsa plástica y lubricante. Todas las muestras fueron puestas en el refrigerador y examinadas para huevos de *estróngilos* dentro de las siguientes 36 horas

después de la recolección. El método utilizado fue la técnica de MacMaster concentrado con una visualización de 50 hpg como describió Roepstorff y Nansen (1998).

La disposición del cultivo de larvas se tomaron de cada grupo 10 caballos seleccionados aleatoriamente después de excluir aquellos con un conteo de huevos fecales mayor que 300 hpg para asegurar un suficiente número de larvas para la diferenciación. Las muestras fecales de 4 g fueron mixtadas con 10 g de vermiculit e incubadas por 15 días en una temperatura de 27-28 °C como recomienda Henriksen y Korsholm (1983). Subsecuentemente la larva fue recogida usando la técnica de *Baermann*. Como la familia *Strongylidae* es un grupo complejo con muchas especies diferentes divididas en subfamilias, género y especies la clave de identificación presentada por Arundel (1895) fue modificada a una clave que contiene 6 grupos de géneros y/o especies. Las primeras 200 larvas fueron diferentemente contadas usando los objetivos 40x y 100x. El sedimento restante fue examinado microscópicamente para encontrar este tipo de larva particularmente.

5.1.5 Análisis de datos.

La eficacia del tratamiento de cada grupo se basó en la media aritmética del conteo de huevos fecales (CHF), de cada uno de los grupos y se calculó como el porcentaje de reducción de recuento fecal de huevos (RRFH), después del tratamiento, utilizando el grupo aritmética desde el mismo día como referencia.

Para medir la frecuencia de reaparición de los huevos de parásitos, se analizó estadísticamente con un nivel de confianza de 95%, descrito por Coles et al., (1992).

El análisis estadístico se llevó a cabo en el SAS, versión 9.1 (SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.). Las diferencias estadísticas entre la media FEC de los grupos de tratamiento y de control se determinaron por separado para las diferentes fechas de muestreo. En el análisis de la varianza en la transformada raíz cuadrada. El análisis se llevó a cabo en el procedimiento GLM y los grupos se compararon por pares con LSMEANS haciendo uso del paquete estadístico R. La transformación de raíz cuadrada fue elegida ya que dio una mejor aproximación a una distribución normal que tanto los datos brutos y los datos transformados log. Para evaluar si había una diferencia significativa en la

presencia de *S. vulgaris* entre los cuatro grupos durante el período de estudio, se realizó un análisis de Chi-cuadrado de la presencia (si / no) de *S. vulgaris* en cada ocasión de muestreo. Para todos los análisis estadísticos se aplicó un nivel de 95% de confianza obteniendo un ($P < 0.05$).

VI. RESULTADOS.

Los resultados demostraron que el 100% de los equinos estudiados estaban positivos a *Strongylus spp.*, y el promedio aritmético de las cargas parasitarias fue de 1139 (± 860) huevos por gramos de heces (hpg). Con un rango de 0 a 3250 hpg sin ninguna diferencia entre los grupos estudiados.

La eficacia de los antihelmínticos estudiados mostraron una diferencia significativa ante los tratamientos evaluados con $P < 0.05$, para Ivermectina para los días 30 y 60 después del tratamiento y para fenbendazol a los 30 días después del tratamiento comparados con el día cero antes de haber aplicado los respectivos antihelmínticos.

Tabla 1. Eficacia de los antihelmínticos utilizados en los diferentes grupos de caballos.

Día	Ivermectina 1% (N=30)		Fenbendazol (N=30)		Control (n=28)	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD
0	1164	897	1154	1020	1100	630
30	78*	256	98*	360	1626	925
60	80*	212	590	660	1950	1200

*= grado de significancia.

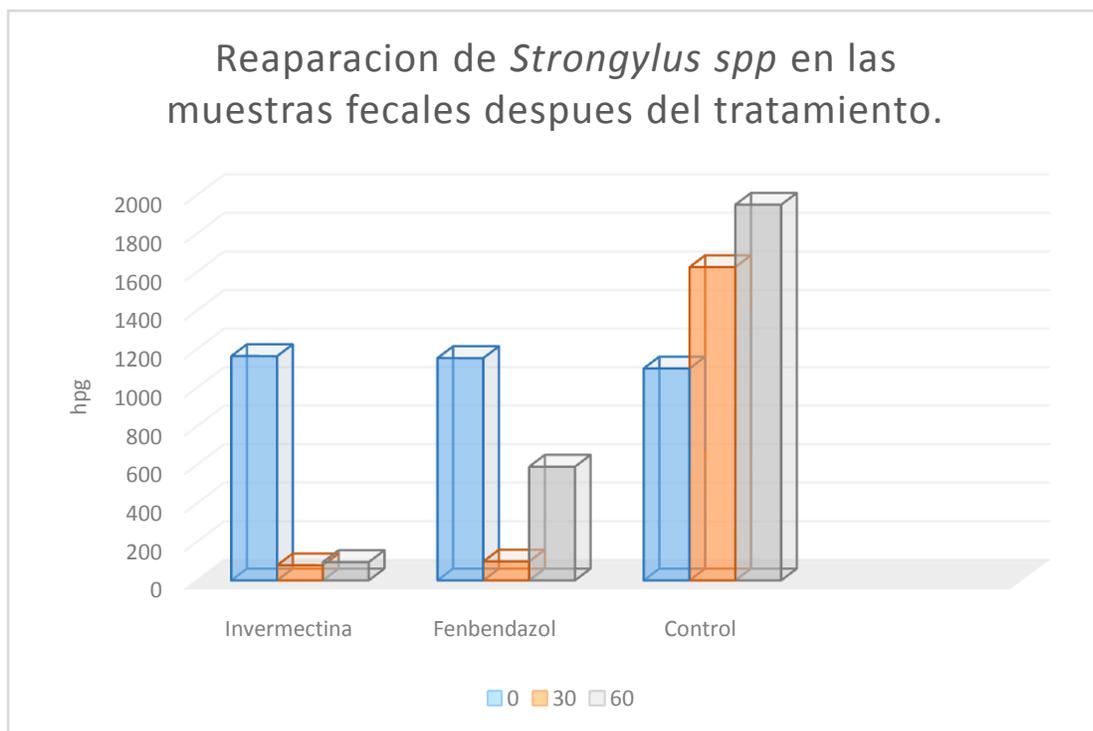
Se realizó un conteo de huevos por gramos de heces para evaluar la reaparición de *Strongylus spp.* Este conteo se hizo los días 0, 30 y 60, obteniendo una media de 1164 hpg en el día 0 con una desviación estándar de 897 para el grupo de ivermectina, en el grupo fenbendazol se observó una media de 1154 hpg con una desviación estándar de 1020, de igual forma en el grupo control la media fue de 1100 hpg y la desviación estándar de 630. Para determinar la eficacia de ivermectina y fenbendazol se realizó un conteo de huevos por gramos de heces el día 30 post tratamiento teniendo una media de 78 hpg y una desviación estándar de 54 para el grupo ivermectina, el grupo fenbendazol se observó una media de 98 hpg con una desviación estándar de 112. El día 60 post tratamiento se obtuvo una media de 80 hpg y una desviación estándar de 77 para el grupo ivermectina, el grupo fenbendazol tuvo una media de 590 hpg y una

desviación estándar de 660. Mostrando una diferencia significativa para el día 30 y 60 en el grupo ivermectina y el día 30 en el grupo fenbendazol, comparados con el grupo control. Tabla 1.

Se evaluó las diferentes muestras de heces fecales para determinar la reaparición de los huevos de *Strongylus spp*, determinando el periodo de efectividad de los diferentes antihelmintos utilizados comparados con el grupo control (gráfico 1).

Los resultados demuestran que la reaparición de huevos de *Strongylus spp* en heces fecales, del grupo de caballos desparasitados con ivermectina fue significativo al día 30 y 60 después del tratamiento. Respecto al grupo tratado con fenbendazol se detectó un nivel de significancia de $P>0.05$ para el día 30 después del tratamiento, observándose que para día 60 después del tratamiento se detectó la reaparición de los huevos de *Strongylus spp*. El gráfico 1 demuestra que el grupo tratado con fenbendazol presentó un corto periodo de efectividad comparado con el grupo de ivermectina y el grupo control.

GRAFICO 1. REAPARICIÓN DE HUEVOS DE STRONGYLUS SPP, EN MUESTRAS FECALES DÍAS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO



Se escogieron 10 caballos con alta infestación de *Strongylus spp*, para identificar las larvas más comunes que afectan a los caballos de trabajo. La mayor presencia de larvas identificadas fueron *S. cyathostomus*, *S. equinus*, *S. edentatus* y *S. vulgaris* descritas en la tabla 2.

Los tratamientos estudiados revelaron que tanto las Ivermectina como el Fenbendazol tuvieron efectos positivos para la reducción de las cargas parasitarias, principalmente para las especies de los *S. cyathostoma*, *S. equinus* y *S. edentatus*. En cambio el antihelmíntico que resultó ser efectivo ante los *S. vulgaris* fue la pasta de Ivermectina al 1% administrada por vía oral. Tabla no. 2

Tabla no. 2 Identificación de las larvas de *Strongylus spp* a través del cultivo de larvas.

Especies de Larvas de <i>Strongylus spp</i> identificadas.	Porcentaje de larvas identificadas.
<i>S. cyathostoma</i>	98
<i>S. vulgaris</i>	0.88
<i>S. equinus</i>	0.18
<i>S. edentatus</i>	0.07

VII. DISCUSIÓN.

Se demostró que los caballos de trabajo estudiados de la comunidad del Valle San Antonio del municipio Sauce, León., tienen altas intensidades de infección de *Strongylus spp.* gastrointestinales con una alta dispersión. Esto demuestra la eficacia de la Ivermectina al 1% y el Fenbendazol para el tratamiento de *Strongylus spp.*, A pesar de que los *Strongylus* se consideran generalmente inocuos, los niveles de la carga parasitarias fueron marcadamente mayor que los reportados en poblaciones de caballos en países desarrollados. Los promedios de las cargas parasitarias encontradas en estos grupos de caballos fue de 1117 hpg con una desviación estándar de 860, cabe destacar que los animales estudiados tiene una severa infestación parasitaria. No coincidiendo así con los países europeos donde en una reciente publicación alemán estudió 2000 caballos y se encontraron conteos de huevos de 0-500 huevos por gramo de heces (Fritzen et al., 2010).

El período de reaparición de huevos era más rápido en el grupo de Fenbendazol que en el grupo de ivermectina sin signos de resistencia ya que los caballos utilizados para estos estudios no habían sido desparasitados desde hace más de un año, por lo que se observó una mejor efectividad de los antihelmínticos estudiados. Los resultados de este estudio reporta que el periodo de reaparición de huevos encontrados para ivermectina es en gran medida coherente con las 8 semanas reportado por Borgsteede et al. (1.993), Boersema et al. (1996), y Lindet Alabama. (2007). Esto contrasta una serie de publicaciones recientes de caballos de granjas, en la que periodo de reaparición de huevos para *Cyathostomine* tratados con ivermectina fue reportado significativamente menor a cinco semanas (von Samson-Himmelstjerna et Alabama., 2007), Brasil reafirmó un hallazgo similar (Molento et al., 2008). No coincidiendo así con Lyons et al. (2009) quien reportó que la resistencia emergente a ivermectina fue claramente el corto periodo de reaparición y esto era debido a supervivencia de larvas luminales en etapas inmaduras. Para fenbendazol altos niveles de resistencia antihelmíntica son en general realizados en rebaños de caballos (Lumsden et al., 1989). En esta perspectiva, los

resultados del presente estudio revelaron plena eficacia de Fenbendazol sin signos de cortos periodos de reaparición de huevos.

Las cargas parasitarias encontradas por Chaves et al.; Para *Strongylus* fueron de 1000 hpg como máximo, observando una eficacia del 100% al día 14 post tratamiento seguido de 50 % el día 35 post tratamiento en caballos tratados con Triverfen 22.2 (triclabendazol, ivermectina y fenbendazol). A diferencia del presente estudio las cargas parasitarias máximas fueron de 3250 hpg y una eficacia al día 60 con los dos antihelmínticos del 100%.

Se encontró un 98 % de las larvas del género *Cyathostoma* en todos los caballos seleccionados para el cultivo de larvas en el presente estudio. Es evidente que los *Cyathostomas* son inocuos ya que son encontrados en prácticamente 100 % de los caballos de todo el mundo siempre que no hayan sido desparasitados recientemente (Tolliver et al., 1987; Reinemeyer et al., 1984).

VIII. CONCLUSIONES.

1. Los resultados indican que todos los caballos estaban positivos a *Strongylus spp.*
2. Las cargas parasitarias fueron de leve a severa con mayor número de caballos infectados de forma severa.
3. Los tratamientos frente *Strongylus spp* presentaron una alta efectividad con 100 % para ivermectina y 98 % para fenbendazol. El periodo de efectividad de los tratamientos utilizados fueron significativos para la Ivermectina a los 30 y 60 días después del tratamiento y para el fenbendazol fue de 30 días, observándose que a los 60 días aumento el hpg de los *Strongylus spp.*
4. Las apariciones de recuento de huevos de *Strongylus spp* fue detectada con mayor intensidad a los 60 días después de la aplicación de los fármacos estudiados.
5. La presencia de *Strongylus cyathostomus* fue elevada (98 %) en todos los caballos del estudio sin cuadro clínico visible siendo el *Strongylus* con mayor prevalencia.
6. Se observó la presencia de *Strongylus vulgaris* en menor intensidad.

IX. RECOMENDACIONES.

Se deben realizar más estudios para diseñar el control de reaparición y una lista de programas que sean aceptables para los propietarios tomando en cuenta que se utilizan antihelmínticos sin tomar en cuenta la resistencia parasitaria.

El uso rotativo de los antihelmínticos estudiados para evitar crear una nueva resistencia disminuyendo su eficacia hacia *Strongylus spp.* La rotación debe establecerse de acuerdo al periodo de reaparición de los huevos evidenciado en nuestro estudio.

Disminuir la reinfección de L3 de los pastos alimentando a los caballos con heno de buena calidad.

Poniendo en práctica estas recomendaciones se logrará romper el ciclo de vida de *Strongylus spp.* Reduciendo el número de huevos depositados sobre el pasto y evitar la reinfección.

X. BIBLIOGRAFIA.

Abelardo A. Morales B., Diana C. Villoria L., Juan C. Alzaibar., Hector Bello., Mariela Vallejo., Control de parásitos gastrointestinales en caballos pura sangre de carrera (*EquusCaballus*) en el Hipódromo “La Rinconada”. Caracas, Venezuela.

Anonymous, 2000. Database collected by the Integrated Rural Development Project ‘Manuel López’, El Sauce, Nicaragua.

Amanda Chávez V., Gina Casas V., Eva Casas A., 2002. Evaluación de la eficacia de un antiparasitario en solución conteniendo Triclabendazole, Ivermectina y Fenbendazol (Triverfen 22.2) para el control de nematodosis gastrointestinal en equinos (Perú).

Arundel, J.H., 1985. Parasitic Diseases of the Horse. University of Sydney, Sydney Veterinary Review Number 28, Sydney, Australia.

Arundel, J.H., 1985. Parasitic Diseases of the Horse. University of Sydney, Sydney Veterinary Review Number 28, Sydney, Australia.

Boersema, J.H., Eysker, M., Maas, J., vanderAar, W.M., 1996. Comparison of the reappearance of strongyle eggs in foals, yearlings, and adult horses after treatment with ivermectin or pyrantel. *Vet. Q.* 18, 7–9.

Bollinger, O., 1870. Diekolik der Pferde und das Wurmaneurysma derEingeweidearterien. MünchenerSitzungsberichteKöniglicheBayerischenAkademie der Wissenschaften, Mathematisch- naturwissenschaftlicheAbteilung 1, pp. 539–544 (in German).

Borgsteede, F.H.M.,Boersma, J.H., Gaasenbeek, C.P.H., Vanderburg, W.P.J., 1993. The reappearance of eggs in feces of horses after treatment with ivermectin. *Vet. Q.* 15, 24–26.

Boxell, A.C., Gibson, K.T., Hobbs, R.P., Thompson, R.C.A., 2004. Occurrence of gastrointestinal parasites in horses in metropolitan Perth, Western Australia. *Aust. Vet. J.* 82, 91–95. 254.

CENAGRO, 2011. Censo Nacional Agropecuario, desde: <http://www.inec.gob.ni/cenagro>.

CENAGRO, 2011. Caracterización Geográfica del Territorio Nacional de: <http://www.ineter.gob.ni/caracterizaciongeografica/capitulo7.2.html>.

Chapman, M.R., French, D.D., Klei, T.R., 2002. Gastrointestinal helminths of ponies in Louisiana: a comparison of species currently prevalent with those present 20 years ago. *J. Parasitol.* 88, 1130–1134.

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. Coop.* R.L., Kyriazakis, I., 2001. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. *Trends Parasitol.* 17, 325–330.

Parasitol. 44, 35–44.

Drudge, J.H., 1979. Clinical aspects of *Strongylus vulgaris* infection in the horse. Emphasis on diagnosis, chemotherapy, and prophylaxis. *Vet. Clin. North Am.: Large Anim. Pract.* 1, 251–265.

Duncan, J.L., 1974. *Strongylus vulgaris* infection in the horse. *Vet. Rec.* 95,34–37.

Dunsmore, J.D., 1985. Integrated control of *Strongylus vulgaris* infection in horses using ivermectin. *Equine Vet. J.* 17, 191–195.

English, A.W., 1979. Epidemiology of equine strongylosis in southern Queensland. 3. Seasonal variation in arterial populations of *Strongylus vulgaris*, and the prevalence of some helminths. *Aust. Vet. J.* 55, 310–314.

Enigk, K., 1951. Die Pathogenese der thrombotisch-embolische Kolik des Pferdes. *Monatsh. Tierheilk.* 3, 65–74 (in German).

Endoparasite control management on horse farms – lessons from worm prevalence and questionnaire data. *Equine Vet. J.* 42, 70–83.

- Fritzen, B., Rohn, K., Schnieder, T., von Samson-Himmelstjerna, G., 2010.
- Henriksen, S.A., Korsholm, H., 1983. A method for culture and recovery of gastrointestinal *strongyle* larvae. Nord. Vet. Med. 35, 429–430.
- Kaplan, R.M., 2002. Anthelmintic resistance in nematodes of horses. Vet. Res. 33, 491–507.
- 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 cyathosomes on horse farms. J. Am. Vet. Med. Assoc. 225, 903–910.
- Kaplan, R.M., 2004. Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. Trends Parasitol. 20, 477–481.
- Kay, G., Pearson, A., Ouassat, M., 2004. Estimation of the liveweight of working mules in Morocco from their body measurements. Vet. Rec. 154, 85–88.
- Krecek, R.C., Reinecke, R.K., Horak, I.G., 1989. Internal parasites of horses on mixed grassveld and bushveld in Transvaal, republic of South Africa. Vet. Parasitol. 34, 135–143.
- Lind, E.O., Kuzmina, T., Uggla, A., Waller, P.J., Höglund, J., 2007. A field study on the effect of some anthelmintics on cyathostomins of horses in Sweden. Vet. Res. Commun. 31, 53–65.
- Love, S., 2003. Treatment and prevention of intestinal parasite-associated disease. Vet. Clin. North Am. Equine 19, 791–806.
- Love, S., Murphy, D., Mellor, D., 1999. Pathogenicity of *cyathostome* infection. Vet. Parasitol. 85, 113–122.
- Lumsden, G.G., Quan-Taylor, R., Smith, S.M., Washbrooke, I.M., 1989. Field efficacy of ivermectin, fenbendazole and pyrantel embonate paste anthelmintics in horses. Vet. Rec. 125, 497–499.
- Luna-Olivares L., Kyvsgaard, N., 2008. Prevalencia y niveles de infestación de *Strongylus sp*, en el tracto gastrointestinal de caballos criollos del Municipio El Sauce,

Departamento de León. I Congreso sobre Patologías Veterinarias. 22–23 Mayo. UNAN León, Nicaragua.

Lyons, E.T., Tolliver, S.C., Collins, S.S., 2009. Probable reason why small *strongyle* EPG counts are returning “early” after ivermectin treatment of horses on a farm in Central Kentucky. *Parasitol. Res.* 104, 569–574.

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., Ionita, M., Lewellen, A., Collins, S.S., 2008. Field studies indicating reduced activity of ivermectin on small *strongyles* in horses on a farm in Central Kentucky. *Parasitol. Res.* 103 (1), 209–215.

Molento, M.B., Antunes, J., Bentes, R.N., Coles, G.C., 2008. Anthelmintic resistance nematodes in Brazilian horses. *Vet. Rec.* 162, 384–385. OstermanLind, E., Höglund, J., Ljungström, B.-L.,

N.C. Kyvsgaard et al. / *Veterinary Parasitology* 181 (2011) 248–254

Nilsson, O., Ugglå, 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 (1), 68–72.

Pandit, B.A., Shahardar, R.A., Jeyabal, L., 2008. Prevalence of Gastrointestinal Parasitic Infestation in Equines of Kashmir Valley, Available from: <http://www.kashvet.org/horse-parasite-kashmir.html>.

Pereira, J.R., Vianna, S.S.S., 2006. Gastrointestinal parasitic worms in equines in the Paraiba Valley, State of Sao Paulo. *Braz. Vet. Parasitol.* 140, 289–295.

Reinemeyer, C.R., Smith, S.A., Gabel, A.A., Herd, R.P., 1984. The prevalence and intensity of internal parasites of horses in the USA. *Vet. Parasitol.* 15, 75–83.

Robertson, D., 1939. Intestinal parasites of Shetland Ponies in the North of Scotland. *Vet. Rec.* 51, 779–781.

Roepstorff, A., Nansen, P., 1998. Epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of swine. In: FAO Animal Health Manual (Rome), pp. 51–55.

Salas Romero, Mencho Ponce., Guerra Llorens., Mencho Suárez., 2014. Prevalencia de nematodos intestinales y eficacia de Labiomec en caballos de Camagüey, Cuba. *Rev. Salud Anim. Vol. 36 No. 3 (2014): 152-158.*

Slocombe, J.O.D., McCraw, B.M., Pennock, P.W., Ducharme, N., Baird, J.D., 1987. *Strongylus vulgaris* in the tunica media of arteries of ponies and treatment with ivermectin. *Can. J. Vet. Res.* 51, 232–235.

Tolliver, S.C., Lyons, E.T., Drudge, J.H., 1987. Prevalence of internal parasites in horses in critical tests of activity of parasiticides over a 28-year period (1956–1983) in Kentucky. *Vet. Parasitol.* 23, 273–284.

Von Samson-Himmelstjerna, G., Fritzen, B., Demeler, J., Schuermann, S., Rohn, K., Schnieder, 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.

Uslu, U., Guclu, F., 2007. Prevalence of endoparasites in horses and donkeys in Turkey. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 51, 237–240.

Vidyashankar, A.N., Kaplan, R.M., Chan, S., 2007. Statistical approach to measure the efficacy of anthelmintic treatment on horse farms. *Parasitology* 134, 2027–2039.

XII.ANEXO.



Toma de muestra rectal.(Cristhian)



Aplicación de ivermectina vía oral. (Nahima)



Mixtado de solución glucosada con heces.



Huevos de *Strongylus spp.* con lente 10x



Combinación de 4 g de heces con 10g de vermiculit, agregando un poco de humedad.



Fenestraciones a vasos que se utilizan para el cultivo de larvas durante los primeros ocho días.



Cultivo de larvas de *Strongylus spp.* en vasos de poroplast y gasas. El vaso que se encuentre arriba tiene orificios para la entrada de oxígeno.



Cultivo d larvas de *Strongylus spp.* en copas de vidrio después de ocho días en vasos de poroplast para conocer los tipos más comunes.



cultivo de larvas de *Strongylus spp.* día trece.



Extraccion de sedimento para la diferenciacion de larvas de *strongylus spp.*



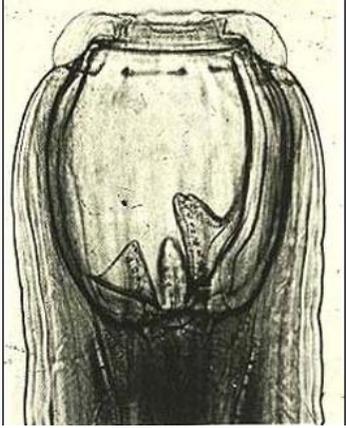
Aplicación de lugol como tincion para la diferenciacion y visualizacion de larvas de *Stongylus spp.*



Visualizacion de larvas en el miscroscopio.



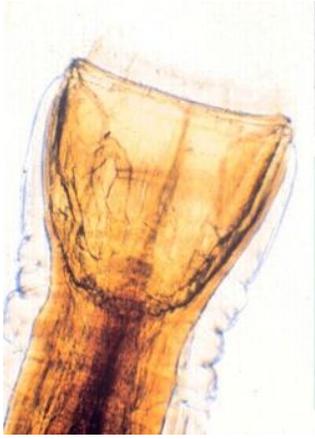
s. cyathostoma



s. equinus



s. vulgaris



s. edentatus