

01672
4.
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Muellerius capillaris EN CABRAS. ELIMINACION
DE LARVAS, HOSPEDEROS INTERMEDIARIOS
Y SU RELACION CON FACTORES CLIMATICOS

T E S I S

PARA LA OBTENCION DEL GRADO DE :
MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS

P O R

JUAN ANTONIO FIGUEROA CASTILLO

**Asesores: M. en C. Ma. Teresa Quintero Martínez
Dra. Edna Naranjo García
MVZ. Esp. Jorge Lecumberri López**



MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

Muellerius capillaris EN CABRAS. ELIMINACION
DE LARVAS, HOSPEDEROS INTERMEDIARIOS Y SU
RELACION CON FACTORES CLIMATICOS

Tesis presentada ante la
División de Estudios de Posgrado de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la
Universidad Nacional Autónoma de México
para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS

por

Juan Antonio Figueroa Castillo

Asesores: M. en C. Ma. Teresa Quintero Martínez

Dra. Edna Naranjo García

MVZ. Esp. Jorge Lecumberri López

1995

I

DEDICATORIA

Con gran cariño y gratitud a mis padres, a Marycarmen y a mis maestros.

A mis padres porque me han dado amor, apoyo y me dieron la vida; a Marycarmen porque es el amor de mi vida y a mis maestros porque me han dado las herramientas para enfrentarme a la vida.

En particular a la Dra. Ma. Teresa Quintero Martínez quien ha sabido ser mi tutora, asesora y maestra. De ella he recibido orientación y apoyo no solo como estudiante, sino también como profesionista.

Especialmente al Dr. Norberto Vega Alarcón, cuya amistad y consejo me han impulsado a superarme. De él recibí la primera clase de Parasitología y bajo su guía, conocí los parásitos y se despertó en mí el interés por su estudio, de hecho, él me motivó y apoyó para estudiar este posgrado, lo cual agradezco de todo corazón.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Ma. Teresa Quintero Martínez porque me sugirió este interesante tema de tesis.

A mis asesores: Dra. Ma. Teresa Quintero Martínez, Dra. Edna Naranjo García y Dr. Jorge Lecumberri López porque sus valiosas aportaciones hicieron de este un mejor trabajo.

A mi H. Jurado: Dr. Héctor Quiroz Romero, Dra. Cristina Guerrero Molina, Dr. Víctor Vázquez Prats, Dr. Froylán Ibarra Velarde y Dra. Ma. Teresa Quintero Martínez por la revisión del trabajo escrito y sugerencias para mejorarlo.

A la Dra. Cristina Guerrero Molina por la valiosa literatura proporcionada.

A mi amigo, MVZ. Gerardo Esquivel Soto por los buenos momentos que pasamos durante la Licenciatura y la realización de nuestras respectivas tesis.

A los MVZ. Soila Gaxiola Camacho, Beckket Neri Colín y Norberto Angeles Hernández por la grata compañía y ayuda durante los muestreos.

Especialmente a Marycarmen por el valioso tiempo que dedicó a organizar, escribir y corregir este manuscrito. Con su ayuda todo fue más rápido, fácil y entretenido.

A todos y cada uno de ellos. Muchas gracias.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
ETIOLOGIA.....	3
LOCALIZACION.....	3
HOSPEDEROS.....	3
MORFOLOGIA.....	5
CICLO BIOLOGICO.....	6
PATOGENIA Y LESIONES.....	8
INMUNIDAD.....	10
SEMIOLOGIA.....	10
DIAGNOSTICO.....	11
TRATAMIENTO.....	11
PREVENCION Y CONTROL.....	12
EPIDEMIOLOGIA.....	14
HIPOTESIS.....	20
OBJETIVOS.....	20
MATERIAL Y METODOS.....	21
RESULTADOS.....	25
DISCUSION.....	29
LITERATURA CITADA.....	34
ANEXOS.....	40
CUADROS.....	40
GRAFICAS.....	43
FIGURAS.....	48
CALCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA.....	53

RESUMEN

FIGUEROA CASTILLO JUAN ANTONIO. *Muellerius capillaris* en cabras. Eliminación de larvas, hospederos intermediarios y su relación con factores climáticos. (bajo la dirección de Ma. Teresa Quintero Martínez, Edna Naranjo García y Jorge Lecumberri López)

El objetivo del presente trabajo fue medir la relación existente entre factores climáticos (temperatura, precipitación pluvial y días de lluvia) con la cantidad de larvas de *Muellerius capillaris* eliminadas mensualmente en heces de cabras y con el porcentaje de moluscos infectados en los campos de pastoreo, para lo cual se tomaron muestras fecales mensualmente y durante un año a 25 cabras adultas y 8 jóvenes y se colectaron moluscos en los lugares donde estas pastaban. Las muestras fecales se analizaron mediante la técnica de Baermann y los moluscos mediante compresión del pie entre dos placas de vidrio. Las observaciones realizadas se analizaron mediante pruebas de análisis de varianza, regresión e intervalos de confianza. No se observaron larvas en las heces de los animales menores a un año y medio de edad, mientras que en los adultos el número promedio fue de 134 ± 6 larvas. Se encontró baja relación (coeficiente de correlación = 0.243) entre las variables ambientales y la eliminación mensual de larvas. El porcentaje promedio anual de moluscos infectados fue de 4.33%, del cual *Polygyra* sp. ocupó un 53.84%, *Deroceras laeve* 30.76% y *Succinea* sp. 15.38%. El porcentaje de moluscos infectados fue mayor en los meses de octubre y enero. No se encontró evidencia estadística para decir que existe relación entre las variables ambientales y el porcentaje de moluscos infectados. Se concluye que la cantidad de larvas de *Muellerius capillaris* eliminadas fue directamente proporcional a la precipitación pluvial e inversamente proporcional a la temperatura.

INTRODUCCION

Las enfermedades parasitarias tanto externas como internas constituyen uno de los problemas sanitarios más comunes en los sistemas de producción de caprinos. Tales enfermedades provocan entre otras cosas, retraso en el crecimiento; baja en la calidad y cantidad de carne, leche y piel; alteración de la fertilidad y en ocasiones la muerte de los animales (19).

Los caprinos son comúnmente afectados por parasitosis causadas por protozoarios, cestodos, trematodos y nematodos tanto gastroentéricos como pulmonares (19). Dentro de las verminosis pulmonares las producidas por protostrongilidos juegan un papel muy importante en regiones áridas y semiáridas (18).

Las protostrongilosis, están ampliamente distribuidas en el ganado caprino y ovino en Europa, norte de Africa y en el centro y oeste de Asia, donde han sido objeto de minuciosas investigaciones (26). En América son escasos los trabajos al respecto, por tal motivo se consideró conveniente llevar a cabo un estudio sobre la muerleriosis en México, de la cual se hace una breve descripción.

ETIOLOGIA

La muelleriosis es una enfermedad parasitaria debida a la presencia y acción de *Muellerius capillaris* (Müller 1889) Cameron 1927. Se consideran sinonimos del parásito las siguientes: *Muellerius minutissimus* (Megnin, 1878), *Muellerius (Synthetocaulus) capillaris* y *Synthetocaulus capillaris*. Vulgarmente se le conoce como "gusano capilar del pulmón", "gusano nodular del pulmón" o "gusano pequeño del pulmón" (31,38).

LOCALIZACION.

El estado adulto se localiza en el parénquima pulmonar, generalmente debajo de la pleura de los lóbulos diafragmáticos (26,35).

HOSPEDEROS

Los hospederos definitivos son el ganado caprino (*Capra hircus*) y ovino (*Ovis aries*), además pequeños rumiantes silvestres como el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), el chital (*Cervus axis*), el corzo (*Capreolus capreolus*), y la gamuza o rebeco (*Rupicapra rupicapra*) (11,49).

Los hospederos intermediarios son moluscos (caracoles y babosas) terrestres y acuáticos. Se han registrado 57 especies pertenecientes a 40 géneros, la mayoría corresponden a la familia Helicidae, Arionidae o Limacidae (18,31,39,62).

Entre los géneros comúnmente involucrados destacan (39):

- Cernuella spp.* en España y Francia
- Cochlicella spp.* en Marruecos, España y Francia.
- Helicella spp.* en España, Polonia, Francia, Marruecos, Israel y la ex Unión Soviética.
- Helix spp.* en España, Polonia, Francia, Alemania, Israel, Checoslovaquia y la ex Unión Soviética
- Cepaea spp.* en España, Polonia, Alemania, Francia, Hungría, Checoslovaquia, Suiza y la ex Unión Soviética.
- Arion spp.* en España, Polonia, Alemania, Francia, Inglaterra y la ex Unión Soviética.
- Milax spp.* en Marruecos, España, Estados Unidos de América e Inglaterra.
- Deroceras spp.* en España, Polonia, Alemania, Francia, Inglaterra, Checoslovaquia, Israel, Marruecos, la ex Unión Soviética y Estados Unidos de América.
- Limax spp.* en Francia, Inglaterra, Checoslovaquia, la ex Unión Soviética, Alemania y Marruecos.
- Zonitoides spp.* en Estados Unidos de América, la ex Unión Soviética, Checoslovaquia y Polonia.
- Succinea spp.* en Francia, Checoslovaquia, Alemania, Polonia y la ex Unión Soviética.

MORFOLOGIA

Los adultos tienen cuerpo filiforme, con numerosas estrias transversales en su cutícula. Su abertura oral está situada centralmente y es de forma triangular. No poseen cápsula bucal, el esófago es cilíndrico (26,29,30).

El macho mide de 11 a 13.5 mm de largo y de 0.032 a 0.035 mm de ancho. Tiene la extremidad posterior enrollada en espiral, su bolsa copulatriz es muy pequeña. El rayo dorsal es más largo que los demás, tiene un estrechamiento en la base y se ensancha para terminar dividido en tres cortas ramas. El gubernáculo está formado por dos rodillos esclerosados. Las espículas son iguales y miden de 0.14 a 0.16 mm de longitud cada una, constan de un tronco estriado transversalmente y dos ramas desiguales que terminan dentadas (Figura 1) (26,29,30).

La hembra tiene una longitud de 20 a 22 mm y de 0.04 a 0.05 mm de ancho. La vagina mide de 0.85 a 0.90 mm de largo y posee un prominente esfínter en la unión con el útero. La distancia entre la vulva y el ano es de 0.11 a 0.13 mm y la distancia entre el ano y la punta de la cola es de 0.04 a 0.05 mm (26,29,30).

La larva de primer estadio mide de 300 a 320 micras de longitud y 14 a 15 micras de ancho. El esófago se extiende hasta aproximadamente la mitad de la longitud del cuerpo y se incrementa gradualmente sin llegar a formar un bulbo. El poro excretor se encuentra a nivel del anillo nervioso, casi a la

mitad del esófago. La extremidad posterior termina ondulada y tiene una pequeña espina dorsal cerca de la punta, dando el aspecto de terminar en doble punta (Figura 2) (26,29,30).

La larva de segundo estadio mide de 550 a 560 micras de largo y de 37 a 38 micras de ancho. El esófago abarca casi un tercio de la longitud total del cuerpo. El intestino es obscuro debido al gran número de gránulos alimenticios. La cola mide de 48 a 50 micras de largo, es cónica y la espina dorsal es más pequeña que en la Larva I (Figura 3) (26,30,40).

La longitud de la larva de tercer estadio es de 600 a 620 micras por 36 micras de ancho. El esófago ocupa un tercio de la longitud total del cuerpo. El número de gránulos alimenticios en el intestino esta marcadamente disminuido. La cola mide 50 micras de largo y su terminación es cónica. A este estadio se le conoce como larva preinfestante (26,30,40).

La larva infestante esta cubierta por una frágil vaina, el esófago no tiene granulaciones excepto en la región subventral, los gránulos alimenticios desaparecen y la larva se vuelve más activa en el agua (Figura 4) (26,29,30).

CICLO BIOLÓGICO

Las larvas de primer estadio se expulsan del tracto respiratorio mediante la tos, se retienen en la faringe en donde son deglutidas, pasan por tracto gastrointestinal y

salen junto con las heces. Para proseguir su desarrollo, requieren como hospederos intermediarios moluscos, a los que invaden a través del pie, ahí se desarrollan hasta alcanzar el tercer estadio (29,48,65).

Dentro de los moluscos las larvas se pueden alojar debajo de la membrana basal del epitelio ciliado del pie; entre las fibras musculares; en la cabeza o alrededor de las glándulas mucosas del pie, sin embargo solo se desarrollan estas últimas (51,66).

El desarrollo larvario dentro del hospedero intermediario está fuertemente influenciado por la temperatura ambiental y especie de molusco. De acuerdo con Beresford-Jones (3) las larvas tienen la primera muda nueve días después de la infección, la segunda muda ocurre el día 13 y al mes ocurre la tercera muda. De acuerdo con Rose 1957, citado por Benakhla (2) la maduración de las larvas en *Agriolimax agrestis* y *Agriolimax reticulatus* a 25 C requiere tan solo 8 días, a 20 C 13 días, a 15 C 18 días, a 10 C 37 días y a 5 C 98 días.

La larva de tercer estadio conserva las cutículas hasta que es liberada del caracol. El ciclo se cierra cuando el hospedador definitivo ingiere a los moluscos intermediarios infectados (3,40).

La larva III es liberada en el abomaso, pasa al intestino delgado y migra a los ganglios linfáticos mesentéricos, de ahí vía linfática llega al corazón y arterias pulmonares y posteriormente a los alveolos

pulmonares, a este nivel ocurre la muda a larva IV. La madurez sexual la alcanza de 25 a 30 días posteriores a la infección (2) y la longevidad del adulto es de hasta 6 años (18,41) (Figura 5).

PATOGENIA Y LESIONES

El adulto se alimenta de trasudados alveolares y líquido extracelular (2). Aunque generalmente es poco patógeno, puede desencadenar una bronconeumonía severa y matar al hospedador. DeMartini y Davies (21) registraron la muerte de 20 borregos cimarrón debido a una neumonía granulomatosa provocada por *Muellerius capillaris*. Por otra parte Nimmo (42) lo observó ocasionando neumonía intersticial en cabras.

Muellerius capillaris ha sido aislado junto con *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus spp.*, *Salmonella abortus ovis*, *Escherichia coli*, *Pasteurella multocida*, *Nocardia sp.*, *Corynebacterium pseudotuberculosis*, y *Corynebacterium pyogenes* de pulmones del ganado ovino y caprino, sin embargo, solo se ha comprobado que contribuye esporádicamente a desencadenar la pasteurelosis (50,64).

La acción patógena de *Muellerius capillaris* difiere con cada estadio; por ejemplo, los huevos y larvas I causan inflamación con infiltración linfocitaria perivascular y peribronquial; las larvas III provocan una acción irritativa y traumática en la pared intestinal y ganglios mesentéricos

produciendo hemorragias petequiales; las larvas IV al penetrar en los pulmones causan la ruptura de los alveolos y producen lesiones nodulares tempranas; los parásitos adultos también destruyen el septo alveolar y forman nódulos (21,42,57).

Los nódulos son de consistencia dura, de color variable que va desde gris hasta verde amarillento y ocasionalmente se unen formando masas de hasta 10 cm de diámetro (63).

La observación microscópica de las lesiones demuestra reacción inflamatoria en diversos grados, para huevos, larvas y formaciones adultas. La reacción consiste en infiltración eosinofílica, células plasmáticas, neutrófilos y células gigantes en alvéolos, bronquiolos y bronquios (42,43,63).

En los nódulos se aprecia hiperplasia del tejido conjuntivo de la pleura, bronquios, bronquiolos y vasos sanguíneos, hipertrofia del músculo liso del epitelio bronquial y una severa infiltración por células mononucleares. Todo rodeado por gran cantidad de fibroblastos y fibrocitos. Alrededor de los nódulos se aprecian áreas de colapso alveolar y enfisema, siendo más severo para las lesiones producidas por larvas I (42,43,63).

INMUNIDAD

No existe inmunidad protectora frente a los protostrongilidos, como lo acredita la prolongada longevidad que se ha determinado para los diversos géneros: *Protostrongylus* sp. 2.5 años y *Muellerius capillaris* 6 años (18,41).

La respuesta celular tiende a ocurrir en cinco etapas: a) ligera hemorragia; b) invasión del área por linfocitos, macrófagos y eosinófilos; c) continua acumulación de eosinófilos alrededor del parásito; d) necrosis alrededor del parásito, aparición de células epiteloides y células gigantes y e) calcificación. En infestaciones repetidas se observa una eosinofilia severa (4).

SEMILOGIA

Los signos clínicos de la mueleriosis no son patognomónicos, se confunden fácilmente con otras enfermedades respiratorias crónicas ya que aparecen 3 ó 4 años después de la infección, agudizándose al final de la gestación o inicio de la lactación. Generalmente hay tos crónica, disnea y descarga nasal ligeras (2).

La evolución de la enfermedad es muy lenta, los animales enflaquecen y la muerte sobreviene a menudo por complicaciones bacterianas. El pronóstico es desfavorable, los animales más afectados son aquellos de 4 a 5 años de edad (2,21,42,64).

DIAGNOSTICO

El diagnóstico de esta verminosis se realiza generalmente mediante la técnica de migración larvaria o técnica de Baermann, aunque puede realizarse por examen de exudado faríngeo y a la necropsia (2).

De acuerdo con Cabaret (11) la presencia de menos de 100 larvas por gramo de heces es considerada una parasitosis ligera, de 100 a 300 larvas una parasitosis moderada y más de 300 larvas por gramo representan una parasitosis severa.

Las parasitosis moderada y severa producen signos clínicos de microbronquitis y bronconeumonía en caprinos (59).

TRATAMIENTO

Se han empleado diversos antihelmínticos para el tratamiento de la mueleriosis con resultados variables, por ejemplo, Sánchez-Acedo y col. (52) observaron que el Febantel (Rintal) por vía oral a dosis de 5 y 10 mg/kg mostró una eficacia cercana al 100% en borregos infectados naturalmente. Mientras que Suteau y col. (59) indica que el febantel a dosis de 5-7.5 mg/kg tiene una efectividad del 84 al 90% en cabras.

Quiroz y Rodríguez (47) valoraron la efectividad del Albendazol a diferentes dosis siendo la de 7.5 mg/kg la que dió mejores resultados; redujo 79.94% el número de larvas en las heces de cabras infectadas naturalmente.

Por otra parte, Díez-Baños y col. evaluaron la desparasitación mensual durante un año con albendazol a dosis de 5 mg/kg y registraron un porcentaje de reducción de 45.7% (23).

McCraw y col. (36) utilizaron el Fenbendazole (Panacur) en suspensión al 10%, a dosis de 10mg/kg en cabras infectadas y que tenían tos, después de 60 días postratamiento no observaron larvas en las heces y se disminuyeron los accesos de tos.

Cabaret (11) observó que el mebendazole a dosis de 40 mg/kg tiene eficacia superior al 90%.

Conviene tener en cuenta la escasa fecundidad y la aparición discontinua de las larvas en las heces, para poder juzgar los méritos de los antihelmínticos que se hayan valorado mediante técnicas coproparasitoscópicas. La experiencia de Morrondo y col. (41) y Rojo Vásquez, 1978 citado por Morrondo (41) confirman el escaso valor de tales métodos.

PREVENCIÓN Y CONTROL

La prevención y el control en la mayoría de los casos están dirigidos a reducir o suprimir la eliminación de larvas en las heces, lo cual se logra mediante el uso de antihelmínticos, como febantel, albendazol, febendazol, mebendazol u oxfendazol. Los tratamientos antihelmínticos deben realizarse en los períodos de alto riesgo, es decir

cuando la población de moluscos es mayor, con el propósito de evitar que se infecten (2,11,18).

Los periodos de alto riesgo varían de acuerdo con la temperatura ambiental, precipitación pluvial, días de lluvia y densidad de moluscos (9,14,15).

Los moluscos pueden combatirse empleando molusquicidas como el metaldehído, carbamatos, sulfato de cobre y otras sustancias, sin embargo, la aplicación de estos compuestos debe restringirse solo a los sitios de morada más importantes de los moluscos debido a los efectos adversos que tienen sobre otro tipo de fauna (se han registrado muertes de perros, gatos y aves por envenenamiento con estos compuestos) (55,58).

Debido a que varias especies de caracoles y babosas son consideradas una peste para la agricultura y algunas tienen gran importancia médica (como hospederos intermediarios de trematodos y nematodos que afectan al hombre y a los animales), considerando su hábitat (terrestre o acuícola) se han utilizado protozoarios, nematodos, artrópodos, caracoles y vertebrados para controlar biológicamente las poblaciones de moluscos (27).

La rotación de potreros es poco efectiva, debido a que las larvas pueden sobrevivir hasta un año dentro de los moluscos (2,11).

EPIDEMIOLOGIA

Algunos de los factores que intervienen en la epidemiología de la muelerosis son los siguientes:

1.- Factores ligados al hospedero definitivo

a).- La eliminación de larvas I se encuentra relacionada directamente con la edad de los animales. Los animales adultos (mayores de 3 años) tienen eliminaciones más activas que los animales jóvenes (41,59).

b).- Dado que la eliminación larvaria nunca es cuantiosa, que el ciclo en los moluscos intermediarios demanda varias semanas hasta alcanzar el estado infectante y que el número de larvas por molusco nunca es elevado, el establecimiento de parasitismos de intensidad elevada requiere de sucesivas reinfestaciones, que solo ocurren en animales que hayan frecuentado los pastos dos o más temporadas (41).

c).- Pequeños rumiantes silvestres como el borrego cimarrón (*Ovis canadiensis*), el chital (*Cervus axis*), el corzo (*Capreolus capreolus*) y la gamuza o rebeco (*Rupicabra rupicabra*) son reservorios de *Muellerius capillaris* y representan un factor de riesgo para el ganado ovino y caprino (21,49).

2.- Factores ligados al hospedero intermediario

a).- La edad de los moluscos influye en la susceptibilidad a la infección. Generalmente los moluscos jóvenes son más receptivos que los adultos (18), sin embargo hay excepciones, por ejemplo, en *Theba pisana* y *Cochlicella conoidea* la susceptibilidad se incrementa con la edad (13).

b).- Los moluscos generalmente tienen hábitos nocturnos, durante el día se resguardan del calor y de la luz sepultándose bajo la hojarasca o enterrándose en zonas húmedas o sombreadas (55).

c).- Las condiciones de humedad y temperatura determinan dos periodos de máxima actividad durante el día, uno a la puesta del sol y otro seis horas después del crepúsculo. En días lluviosos o húmedos estos periodos de actividad pueden extenderse considerablemente. La mayor actividad de *Deroceras laeve* es dos horas después de la salida del sol. Tras los periodos de actividad regresan al mismo lugar de descanso. El radio de territorialidad no suele ser mayor de 30 a 35 m, reduciéndose normalmente de 5 a 10 m (24,55).

d).- Babosas del género *Deroceras* se reproducen una sola vez en su vida (55).

e).- Soltys 1964, citado por Zdzitowiecki (65) divide a los moluscos intermediarios en cuatro grupos: hospederos obligados, subobligados, mortales y resistentes; en los hospederos obligados el porcentaje de infección es superior al 20% y las larvas completan su desarrollo; en los

hospederos subobligados el porcentaje de infección es inferior a 20%, las larvas también completan su desarrollo; en los hospederos mortales las larvas si penetran pero no se desarrollan; en los hospederos resistentes las larvas no penetran. Conviene tener en cuenta lo anterior al interpretar los resultados obtenidos de estudios basados en infestaciones experimentales de moluscos.

3.- Factores ligados a *Muellerius capillaris*

a).- La infestividad de las larvas I se ve influenciada negativamente por la edad, densidad de larvas y bajas temperaturas. Por el contrario se ve favorecida por temperaturas de 20 C en promedio, así como por variaciones ligeras en la temperatura diurna y óptimas concentraciones de sales de magnesio, calcio y sodio en el medio (7).

b).- Las larvas I son muy resistentes, pueden permanecer viables en pulmones congelados de oveja durante varios meses. A temperatura ambiente pueden sobrevivir hasta 10 meses siempre y cuando tengan humedad (30).

c).- De acuerdo con Kassai (30), Martínez-Morales(40), Cabaret (12), Cordero del Campillo y Castañon-Ordoñez (18) las larvas de tercer estadio pueden abandonar al molusco cuando este muere o bajo ciertas condiciones de saturación de agua, estímulos en la motilidad e irradiación y pueden infectar a los pequeños rumiantes.

Al respecto Cabaret (12) señala que la pastura puede estar contaminada durante un período menor a dos semanas después de la muerte de los moluscos infectados, mientras que Cordero del Campillo y Castañon-Ordoñez (18) señalan que pueden hacerlo hasta 90 días si la temperatura es baja (de 5 a 8 C). Sin embargo, de acuerdo con Martínez-Morales (40) el papel de estas larvas en la infestación del ganado no parece tener importancia práctica.

d).- En cuanto a la cinética de la eliminación larvaria Cabaret y col. (10) en Marruecos, observaron que la eliminación larvaria es bicúspide; El primer pico se presenta a finales de la primavera y principios del verano y el segundo pico al final del otoño y principios del invierno. Uno en la estación húmeda y otro en la estación seca.

Morrondo-Pelayo y col. (41) en España, observaron que los ritmos de eliminación larvaria alcanzan un primer máximo en el mes de marzo y el segundo en el mes de agosto.

Cordero del Campillo y Castañon-Ordóñez (18) en España, observaron el pico máximo en la época de lluvias y cuando se presentan bajas temperaturas. A finales del otoño y principios del invierno se alcanzan las mayores cifras de eliminación larvaria y las menores en la primavera.

Lahmar y col. (32) en Túnez, registraron que el número de larvas por gramo de heces fue muy alto en los meses de enero y octubre y muy bajo de junio a agosto.

Díez-Baños y col.(22) en España observaron que la eliminación de larvas de protostrongylidos es directamente

proporcional a la humedad relativa y precipitación pluvial e inversamente proporcional a la temperatura.

4.- Distribución de *Muellerius capillaris*

Muellerius capillaris se ha notificado en: España (18,39,40), Inglaterra (60), Bélgica (2), Francia (11), Polonia (62,65), ex Unión Soviética (61,66), Hungría (30), Túnez (32), Israel (26), Zaire (15), Marruecos (9,14), Australia (5) y otros países.

En América se ha detectado en Estados Unidos de América (64), Canadá (36,42), Brasil (43), Perú (43), Cuba (51) y México (1).

En México el primer hallazgo de *Muellerius capillaris* lo hicieron Acevedo y Bernal en 1978 en cabras de Tetecalita, Morelos (1).

En 1980, Larrondo (33) registró una frecuencia de 0.39% en 1002 ovinos y caprinos sacrificados en el Rastro de Tlalnepantla, Edo. de México.

Valencia (63) en 1983 observó una frecuencia de 2.4% en 500 pulmones de ovejas y de 26.4% en 500 pulmones de cabras sacrificadas en el rastro de Ferrería D.F. La frecuencia de animales positivos por estados es la siguiente: Coahuila (61.4%), San Luis Potosí (31.7%), Zacatecas (12.6%), Chihuahua (7.6%), Nuevo León (1%) y Aguascalientes (0.9%).

Castillo (16) en 1983 observó una frecuencia de 6.28% en 2,195 pulmones de ovinos y 5.76% en 10,090 pulmones de caprinos sacrificados en el rastro de Milpa Alta, México, D.F., procedentes de los estados de Oaxaca, San Luis Potosí, Zacatecas, Puebla, Guerrero, Querétaro, México, Guanajuato, Hidalgo y Morelos.

George (25) en 1988 observó una frecuencia de 5% en ovinos en La Magdalena Soltepec, Tlaxcala, mediante exámenes coproparasitológicos.

Por otra parte Stephano (57) en 1980 estudió los cambios macroscópicos e histológicos observados en pulmones de caprinos y ovinos infectados naturalmente por *Muellerius capillaris*.

En México no se habían realizado investigaciones sobre la cinética de la eliminación de larvas o sobre los moluscos intermediarios de *Muellerius capillaris*, por tal motivo se consideró conveniente su estudio en Tetecalita, Mor. lugar donde Acevedo y Bernal (1) realizaron el primer hallazgo de este parásito en México. Para lo cual en enero de 1994, previo a este trabajo, se realizó un examen preliminar en las cabras de Tetecalita, Mor. para saber: en primer lugar, si continuaba presente *Muellerius capillaris* y en que proporción; en segundo lugar para conocer el tamaño de la población caprina. Para lo cual se tomaron muestras fecales a 30 cabras (10 jóvenes y 20 adultos) observando una proporción

de animales adultos infectados de 50%. Los animales jóvenes resultaron negativos.

La hipótesis planteada fue la siguiente:

Los factores climáticos como temperatura, precipitación pluvial y días de lluvia están relacionados linealmente con la eliminación mensual de larvas de *Muellerius capillaris* y con el porcentaje mensual de moluscos infectados en los campos de pastoreo.

Objetivo:

Medir la relación existente entre la temperatura, precipitación pluvial y días de lluvia con la eliminación mensual de larvas de *Muellerius capillaris* y con el porcentaje de moluscos infectados en los campos de pastoreo.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se realizó de febrero de 1994 a enero de 1995 inclusive, en Tetecalita, Municipio de Emiliano Zapata en Morelos. En un rebaño de cabras cruza de Alpina Francesa, Saanen, Toggenburg y Nubia, las cuales pastaban durante el día en terrenos de cultivo y zonas aledañas a canales de riego o apantles y durante la noche permanecían estabuladas.

Con base en los resultados del examen preliminar realizado en enero de 1994 se estimó muestrear 37 cabras adultas y 14 jóvenes, pertenecientes a dos rebaños distintos, sin embargo, la venta de todo un rebaño y muerte de algunos animales del otro, redujo el tamaño de muestra a 25 adultos y 8 jóvenes, los mismos que se eligieron inicialmente para el rebaño sobreviviente (ver anexo correspondiente).

Mensualmente durante un año se colectaron muestras fecales directamente del recto a las cabras, las muestras se identificaron y transportaron en refrigeración al laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, en donde se examinaron mediante la técnica de Baermann, las larvas se identificaron de acuerdo con Gerichter (26).

Para determinar los hospederos intermediarios se colectaron mensualmente caracoles y babosas en los sitios

donde pastaban las cabras. La búsqueda fue realizada en la mayoría de los muestreos por tres personas (únicamente en los dos primeros muestreos por dos personas) que distribuidos a lo ancho del terreno caminaban en línea recta a todo lo largo del mismo en una sola ocasión, pasando tanto por canales de riego y zonas inundadas como zonas bien drenadas y secas, se removían piedras, troncos y hierbas. La colecta se efectuó entre las 6:00 y las 8:00 a.m. Los moluscos se transportaron bajo refrigeración, dentro de frascos de vidrio o plástico con pequeñas perforaciones para que pudieran respirar y llegaran vivos al laboratorio (37,38).

Los moluscos se sacrificaron poniéndolos en frascos de vidrio llenos de agua tibia para que al morir su cuerpo se relajara y saliera de la concha (38).

Al 90% de los moluscos colectados se les cortó el pie y se examinó comprimiendolo entre dos placas de vidrio para buscar larvas de *Muellerius capillaris*, las cuales se identificaron de acuerdo con Kassai (29) y Gerichter (26).

El 10% de los moluscos colectados se fijó en alcohol al 70% y se traslado al laboratorio de Malacología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México para su identificación mediante estudios conquiológicos o morfológicos de acuerdo con Pilsbry (45,46), Burch (6), Cruz-Reyes y Burch (20) y Perera y col. (44).

Las observaciones climatológicas se obtuvieron de la estación meteorológica "Progreso", ubicada en el municipio de

Jiutepec, Mor. (18°53'32''N ; 99°09'25''W), las cuales son realizadas diariamente a las 8:00 a.m.

Los datos de eliminación de larvas y variables climatológicas se introdujeron a un análisis de varianza corregido por bloques y posteriormente a un análisis de regresión (56). Para determinar si el número de cabras infestadas tiene relación con el mes se hizo la prueba de Cochran (17,34), considerando a la cabra como bloque. Para determinar si existe relación entre la temperatura y precipitación pluvial con el porcentaje de moluscos infectados, se realizó la prueba de Jonckheere (17,34). Se efectuó una prueba por cada género y una cuarta para los totales mensuales. Se utilizó una significancia máxima de 0.05 para todas las pruebas.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA

De acuerdo con el VII censo agropecuario realizado en 1991, se estimó que en la República Mexicana existían 6 803 437 cabezas de ganado caprino, siendo Oaxaca, Coahuila, San Luis Potosí, Puebla, Nuevo León y Zacatecas los estados con mayor número de cabezas. El estado de Morelos ocupaba el 26vo lugar con 31 498 cabezas (28)

El municipio de Emiliano Zapata se localiza en la región central del Estado de Morelos. La ubicación geográfica del poblado donde se realizó el presente trabajo es 18°46' latitud norte y 99°11' longitud oeste. Geológicamente este

sitio se encuentra sobre formaciones rocosas calcáreas, calizas, yesos y otros tipos de rocas sedimentarias. La topografía es de cerriles cuya pendiente varía de 20 a más de 60%, los terrenos pertenecen a las clases de "cerril" y "escarpado", el relieve varía de 800 a 1450m de altitud (53).

El suelo es derivado de materiales calizos, somero (de 0 a 25 cm), con abundante piedra suelta en la superficie, cubriendo a veces hasta un 50% de esta; es de color negro a castaño grisáceo muy oscuro, de textura franco-arcillosa a arcillosa, de estructura granular y consistencia dura a ligeramente dura (53).

El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano (Awo), la temperatura media anual es de 24 a 26 C y la precipitación pluvial es de 800 a 1000 mm al año, distribuidas la mayor parte en los meses de mayo a octubre (53).

La vegetación está formada principalmente por: palo tolote (*Conzattia multiflora*), Cuajiotes (*Bursera spp.*), Guaje de monte (*Lysiloma divaricata*), pochote (*Ceiba parvifolia*), yagalá (*Karwinskia humboldtiana*), Clavellina (*Pseudobombax palmeri*), Chupandía (*Cyrtocarpa procerá*), Amates (*Ficus spp.*), Capiri (*Sideroxylon capiri*), Nopales (*Opuntia spp.*), Organo (*Lemaireocereus weberi*), Mora (*Maclura tinctoria*), Colorín (*Erythrina flabelliformis*), Cazahuate (*Ipomoea intrapilosa*), Guajillo (*Cassia polyantha*), Tetatilla (*Pseudosmodingium perniciosum*), Cucharo (*Acacia symbispina*, *A. farnesiana*) y Palo blanco (*A. acatlensis*) (53).

RESULTADOS

Durante los doce meses de estudio no se detectaron larvas en las heces de los caprinos jóvenes, por lo cual los resultados solo se referirán a los animales adultos.

El porcentaje promedio anual de cabras positivas a *Muellerius capillaris* fue de 84% con un intervalo de confianza al 95% (IC) de 69 a 98%. El porcentaje más bajo ocurrió en el mes de abril 52% (IC de 32 a 71%) (cuadro 1).

Mediante la prueba de Cochran se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P=2.455E-9$) entre el número de cabras infestadas y el mes del año.

En el análisis de varianza corregido por bloques para medir el efecto del mes en la eliminación larvaria, se encontró evidencia estadísticamente significativa ($P=5.286E-16$) para decir que hay diferencias en la eliminación mensual de larvas (cuadro 2).

El promedio anual de larvas de *Muellerius capillaris* por gramo de heces fue de 5.37 (IC de 4.16 a 6.57). En los meses de abril y mayo se observaron los promedios más bajos (estadísticamente diferente a los demás $P<.05$), mientras que los promedios más altos se observaron en los meses de junio a noviembre (cuadro 3).

Debido a que el número de larvas eliminadas en las heces se ve influenciado por factores inherentes a la cabra, se consideró este efecto como bloque, por lo cual se corrigió

cada observación por el efecto de cabra, manejando los residuales de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Y_{ij} = X_{ij} - X_i$$

Donde:

Y_{ij} = Residual del mes j-ésimo de la i-ésima cabra

X_{ij} = Número de larvas del mes j-ésimo de la i-ésima cabra

X_i = Promedio de la i-ésima cabra

Con los residuales se corrió una regresión lineal considerando como variables independientes las siguientes: Temperatura media del mes correspondiente, días de lluvia durante el mes, precipitación pluvial en el mes y efecto de la desparasitación*.

Se corrió una regresión por pasos lógicos (stepwise) y se encontró un modelo que incluía el efecto de la temperatura, los días de lluvia y la desparasitación. (Cuadro 4).

El coeficiente de determinación fue de 0.243 y el coeficiente de determinación ajustado fue de 0.236, lo cual indica que sí existe relación entre los factores, sin embargo no es muy alta.

La estimación de los parámetros de la regresión se muestran en el cuadro 5.

*Debido a que el propietario desparasitó a las cabras en el mes de marzo, se introdujo una variable binaria con valores de 1 para las observaciones del mes de abril y de 0 para el resto de los meses. El antiparasitario utilizado fue Fenbendazol a dosis de 10mg/kg. aprox.

Como se puede ver el modelo quedaría de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = 13.423 - 0.628T_j + 0.121D_j - 2.134F_j + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Residual del mes j-ésimo de la i-ésima cabra

T_j = Temperatura promedio del mes j-ésimo

D_j = Días de lluvia promedio del mes j-ésimo

F_j = Efecto de la desparasitación (1 para el mes de abril y 0 para los otros meses)

e_{ij} = Error del mes j-ésimo de la i-ésima cabra

Al substituir la primera fórmula queda:

$$X_{ij} - X_i = 13.423 - 0.628T_j + 0.121D_j - 2.134F_j + e_{ij}$$

$$X_{ij} = 13.423 - 0.628T_j + 0.121D_j - 2.134F_j - X_i + e_{ij}$$

En cuanto a la cinética de la eliminación mensual de larvas de *M. capillaris* y su relación con las variables ambientales se encontró que a mayor temperatura ambiental disminuye el número de larvas eliminadas en las heces, mientras que a mayor precipitación pluvial y días de lluvia se incrementa el número de larvas eliminadas, sin embargo esta relación es baja (coeficiente de determinación = 0.243) (gráfica 2).

Respecto a los moluscos, se colectaron 300 en total, los de mayor porcentaje fueron: *Polygyra sp.* que representó el 36.67% (IC de 34 a 45%), *Succinea sp.* el 22% (IC de 17 a 27%)

y *Deroceras laeve* el 14% (IC de 10 a 18%), mientras que *Glyphyalinia sp.* y *Omphalina sp.* tuvieron el menor porcentaje 1.66% (IC de 0.02 a 3%) (cuadro 6).

El mayor número de *Polygyra* colectados se realizó en los meses de julio a octubre, mientras que para *Deroceras laeve* fue de noviembre a mayo y para *Succinea* de noviembre a abril. (gráfica 3).

Además se colectaron cuatro ejemplares de babosas terrestres que debido a su inmadurez sexual se identificaron solo a nivel de familia (Veronicellidae).

El porcentaje anual de moluscos infectados fue de 4.33% del cual *Polygyra sp.* ocupó el 53.84%, *Deroceras laeve* el 30.76% y *Succinea sp.* el 15.38% (gráfica 4).

El porcentaje de moluscos infectados fue mayor en el mes de octubre y el mes de enero (gráfica 5).

Exceptuando un ejemplar de *Deroceras laeve* que alojó dos larvas de *Muellerius capillaris*, el resto de los moluscos infectados alojaron únicamente una larva. Todas las larvas observadas dentro de los moluscos fueron de tercer estadio.

Mediante la prueba de Jonckheere no se encontró evidencia estadísticamente significativa para decir que existe relación entre las variables ambientales y el porcentaje de moluscos infectados ($P > 0.05$).

DISCUSION

Los animales jóvenes al inicio de este trabajo tenían en promedio 2 meses de edad y al término de los muestreos 14 meses, durante los 12 meses de estudio no se observaron larvas de *Muellerius capillaris* en sus heces, aun dejandolas en el aparato de Baermann hasta por 72 horas. Esto concuerda en parte con lo reportado por Cabaret y col. (10), Lahmar y col.(32), Morrondo-Pelayo y col. (41) y Suteau y col.(59) quienes han notificado que la eliminación de larvas en las heces es nula o baja en cabritos menores de 6 meses de edad.

Por otra parte los animales adultos, que en promedio tenían 3 años de edad al iniciar el trabajo y 4 años al finalizar, eliminaron en forma intermitente larvas de *Muellerius capillaris*.

El porcentaje de cabras positivas disminuyó de 80% en marzo a 52% en abril debido al efecto de la desparasitación con fenbendazol, sin embargo para junio el porcentaje se incrementó a 96%, llegando al 100% en los meses de agosto, diciembre y enero (gráfica 1). Al respecto Cabaret y col. (8) observaron que el fenbendazol a dosis de 10 y 15 mg/kg de peso vivo provoca un decremento en la fertilidad de *Muellerius capillaris*, por lo que la disminución de animales positivos pudo ser solo aparente.

En cuanto al número de larvas por gramo de heces, el promedio anual fue de 134 ± 6 larvas, que de acuerdo con Cabaret (11) se considera una parasitosis moderada.

Aunque el promedio global de larvas por gramo de heces fue muy bajo (5.37 ± 1.2), conviene tener en cuenta que de acuerdo con Cabaret y col. (8,10) cuando el número de adultos es elevado la fertilidad individual disminuye, mientras que en infestaciones bajas se establece una relación lineal entre el número de adultos y el número de larvas eliminadas.

La baja infestación observada en el presente trabajo puede explicarse en parte por:

- 1.- Un porcentaje bajo de moluscos infectados (4.33%) supone una baja probabilidad de infección.
- 2.- El número de larvas dentro de los moluscos fue mínimo, solo un ejemplar de *Deroçeras laeve* alojó 2 larvas, lo cual indica que una cabra debiera ingerir más moluscos para adquirir una infección importante.
- 3.- Las cabras mayores de cuatro años y medio de edad se eliminan del rebaño, por lo tanto no se establecen infestaciones de intensidad elevada (de acuerdo con Morrondo-Pelayo y col. (41) parasitismos de intensidad elevada requieren de sucesivas reinfestaciones, que solo ocurren en animales que hayan frecuentado los pastos en dos o más temporadas).

Investigadores como Cabaret y col. (10), Morrondo-Pelayo y col. (41) y Cordero del Campillo y Castañon-Ordoñez (18), han observado que la eliminación de larvas de *Muellerius capillaris* en las heces durante el año es bicúspide, se presenta un pico en la estación húmeda y otro en la estación

seca), lo cual difiere en parte con el presente trabajo ya que el pico de la época de lluvias ocurrió el mes de septiembre y no se observó el pico de la estación seca, debido a que se desparasitaron los animales en el mes de marzo (por el efecto de la desparasitación se disminuye 2.13 larvas en promedio). Las discrepancias con trabajos llevados a cabo en otras regiones, son explicadas por las condiciones ecológicas de las distintas zonas, las cuales justifican, por sí solas, las variaciones apreciadas.

Se encontró que existe una relación directamente proporcional entre la precipitación pluvial y la eliminación de larvas y una relación inversamente proporcional entre la temperatura y la eliminación de larvas. La relación no es muy alta pero si es estadísticamente diferente de cero (0.243).

Lo anterior concuerda en lo general con Díez-Baños y col. (22), Reguera y col. 1983 y Ramírez 1967 citados por Díez-Baños.

De los moluscos colectados, sólo estuvieron infectados con larvas de *Muellerius capillaris*: *Polygyra sp.*, *Deroceras laeve* y *Succinea sp.* Estos moluscos se han encontrado infectados en otros países:

Rysavy (51) en Cuba, es el único investigador que ha reportado *Polygyra sp.* como hospedero de *M. capillaris*.

En Europa varias especies de *Deroceras* se han reportado como buenos intermediarios. Urban 1980, en Polonia señala varias especies de *Deroceras* como los mejores intermediarios (62).

Por otra parte *Deroceras laeve* fue infectado experimentalmente por Egorov, 1960 y Trushin, 1974 en la ex Unión Soviética y por Runham & Hunter, 1970 en Estados Unidos (39).

Varias especies de *Succinea* han sido infectadas experimentalmente por Egorov 1960, Golubev 1957, Sultanov y col. 1975, Trushin 1971, 1973, 1978, 1980 en la ex Unión Soviética; por Hobmaier & Hobmaier 1929, 1930, en Alemania; por Soltys 1964, Zdzitowiecki 1976 y Urban 1980 en Polonia; por Rehnova 1955 y Svarc 1977, 1978 en Checoslovaquia (39).

Además, se ha observado en infestaciones naturales por Ozerskaya 1953, 1955 y Trushin 1972, 1973, 1974 en la ex Unión Soviética (39).

Cabe mencionar que *Gyraulus spp.* fue infectado experimentalmente por Egorov 1960 en la ex Unión Soviética, sin embargo, en el presente trabajo no estuvo infectado.

El mayor porcentaje de moluscos infectados ocurrió en los meses de julio a octubre y correspondió casi exclusivamente a *Polygyra sp.* (en octubre también se involucró a *Deroceras laeve*). Por otra parte *Succinea sp.* y *Deroceras laeve* fueron los más infectados en los meses de marzo, abril, diciembre y enero (gráfica 5)

Las diferencias en cuanto al porcentaje de invasión de los distintos moluscos podría explicarse en parte por la variada forma de vida de los moluscos: *Polygyra sp.* vive principalmente en lugares secos, oculto entre las piedras, por lo que las probabilidades de infectarse disminuyen, pero

cuando llueve sale y se mueve con rapidez por los alrededores (51). Durante la época de lluvias se colectó el mayor número de estos moluscos.

De acuerdo con Cabaret y Chartier (15) a *Deroceras laeve* se le encuentra generalmente cerca de los riachuelos y predomina en otoño e invierno, lo cual concuerda con lo observado en el presente trabajo.

Por otra parte *Succinea* sp. se colectó de zonas encharcadas y con abundante vegetación, el mayor número de ejemplares se observó en el invierno y principios de la primavera, la mayor infestación fue en los meses de abril y enero, lo cual difiere de lo observado por Trushin (61) en la ex Unión Soviética quien registró que la mayor población e infestación de los moluscos ocurre en agosto y septiembre.

Del presente trabajo se concluye que la eliminación de larvas de *Muellerius capillaris* tiene baja relación con los factores climáticos (directa con la precipitación pluvial e inversa con la temperatura); No se encontró relación entre el porcentaje de moluscos infectados y los factores climáticos; Los hospederos intermediarios de *Muellerius capillaris* en Tetecalita, Morelos fueron *Polygyra* sp., *Deroceras laeve*, y *Succinea* sp.

LITERATURA CITADA

- 1.- Acevedo, H.A. y Bernal, A.I.: Hallazgo de *Muellerius capillaris* en caprinos de México. Memorias de la Primera Reunión Anual de Investigaciones en Medicina Veterinaria México, D.F. 1978. 48. Asociación Mexicana de Parasitología Veterinaria, A.C. México, D.F. (1978).
- 2.- Benakha, A.: Pneumonie vermineuse ovine à *Muellerius capillaris* ou mulleriose ovine. Ann. Méd. Vét., 125: 177-189 (1981).
- 3.- Beresford-Jones, W.P.: Observations on *Muellerius capillaris* (Müller, 1889), Cameron, 1927. I The bionomics and development in *Trichia hispida* (Linnaeus) of larvae obtained from sheep grazed on permanent pasture. Res. Vet. Sci., 7: 61-66 (1966).
- 4.- Beresford-Jones, W.P.: Observation on the eosinophilic response of sheep to the presence of *Muellerius capillaris* (Müller, 1889), Cameron 1927. In: The reaction on the host to parasitism. Edited by: Soulsby, E.J.L., 72-77. Vet. Med. Rev., Lyon, France, 1967.
- 5.- Beveridge, I., Pullman, A.L., Henzell, R. and Martin, R.R.: Helminth parasites of feral goats in South Australia. Aust. Vet. J., 64: 111-112 (1987).
- 6.- Burch, J.B.: How to Know the Eastern Land Snails. Brown Company Publishers, Michigan, 1962.
- 7.- Cabaret, J.: Motilité et infestivité des larves L1 de protostrongylides. Facteurs de variation. Ann. Parasitol., 55: 571-581 (1980).
- 8.- Cabaret, J., Dakkak, A. and Bahaida, B.: On some factors influencing the output of the larvae of Protostrongylids of sheep in natural infections. The Vet. Quarterly, 2: 115-120 (1980).
- 9.- Cabaret, J., Dakkak, A. et Bahaida, B.: Etude de l'infestation des mollusques terrestres de la région de Rabat (Maroc) par les larves de protostrongylidés dans les conditions naturelles. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 33: 159-165 (1980).
- 10.- Cabaret, J., Dakkak, A. et Bahaida, B.: Facteurs de risques de l'infestation des ovins par les Protostrongylidés. Bull. Off. Int. Epiz., 22: 1351-1356 (1980).

- 11.- Cabaret, J. Les protostrongylidoses des caprins. La Chèvre, **132**: 41-46 (1982).
- 12.- Cabaret, J.: L'infestation des chèvres par *Muellerius capillaris* au pâturage. Rôle des larves infestantes libérés après la mort des limaces hôtes intermédiaires. Ann. Parasitol., **57**: 637-638 (1982).
- 13.- Cabaret, J.: Age susceptibility of molluscan intermediate hosts to Protostrongylid nematodes. J. Parasitol., **73**: 857-858 (1987).
- 14.- Cabaret, J.: Natural infection of land-snails by Protostrongylids on a pasture grazed by sheep in the Rabat area of Morocco. Vet. Parasitol., **26**: 297-304 (1988).
- 15.- Cabaret, J. and Chartier, C.: *Muellerius capillaris* in north-east Zaire: prevalence in sheep and goats and determination of intermediate hosts. J. Helminthol., **63**: 298-301 (1989).
- 16.- Castillo, M.M.A.: Prevalencia de *Muellerius capillaris* en ovinos y caprinos sacrificados en el rastro de Milpa Alta, Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1983.
- 17.- Conover, W.J.: Practical nonparametric statistics, John Wiley and Sons E.U.A., 1971.
- 18.- Cordero del Campillo, M. and Castañon-Ordoñez, L.: Epidemiology of ovine protostrongylidosis. Pro-Veterinario, **2**: 2-3 (1989).
- 19.- Cuellar, O.A.: Interpretación del diagnóstico parasitológico en cabras. Memorias de la Asociación Mexicana de Médicos Zootecnistas y Técnicos en Caprinocultura. A.C. VII Congreso Nacional, Culiacán, Sin. 1990. 47-50. Esc. Med. Vet. y Zoot. Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, Sin., (1990).
- 20.- Cruz-Reyes, A. y Burch, J.B.: Clave Genérica para la Identificación de Gastropodos de Agua Dulce en México. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F., 1987.
- 21.- DeMartini, J.C. and Davies, R.B.: An epizootic of pneumonia in captive bighorn sheep infected with *Muellerius sp.* J. Wildl. Dis., **13**: 117-124 (1977).
- 22.- Díez-Baños, P., Morrondo-Pelayo, P., Feijoo-Penela, A., Carrillo-González, B. and López-Sánchez, C.: Relationship between the excretion of protostrongylid larvae in sheep in North-west Spain and climatic conditions. J. Helminthol., **68**: 197-201 (1994).

- 23.- Díez-Baños, P., Morrondo-Pelayo, P., Carrillo-González, E.B., López-Sández, C. y Feijóo-Penela, A.: Evaluación de la aplicación del albendazol contra nematodos pulmonares en ovinos en el noroeste de España. Vet. Méx., **26**: 117-121 (1995).
- 24.- Ford, D. J. G. and Cook, A.: The effects of temperature and light on the circadian activity of the pulmonate slug *Limax pseudoflavus* Evans. Anim. Behav., **35**: 1754-1765 (1987).
- 25.- George, S.S.: Frecuencia de Parásitos Gastrointestinales, Pulmonares y Hepáticos en Ovinos de la Magdalena Soltepec, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1988.
- 26.- Gerichter, Ch.B.: Studies on the lung nematodes of sheep and goats in the Levant. Parasitology, **41**: 166-183 (1951).
- 27.- Godan, D.: Pest Slugs and Snails. Biology and Control. Springer-Verlag, New York, 1983.
- 28.- INEGI: VII Censo Agropecuario. INEGI, México, D.F., 1991
- 29.- Kassai, T.: Schnecken als zwischenwirte der protostrongyliden. Z. Parasitenkunde, **18**: 5-19 (1957).
- 30.- Kassai, T.: Larvae of protostrongylins in snails. Acta Vet. Hung., **8**: 223-236 (1958).
- 31.- Krull, W.H.: Notes in Veterinary Parasitology. The University Press of Kansas, U.S.A. 1969.
- 32.- Lahmar, S.; Cabaret, J. and Cheniti, T.: Land snails and periods at high risk for protostrongylid infection on a sheep- grazed pasture of northeast Tunisia. Vet. Parasitol. **36**: 105-115 (1990).
- 33.- Larrondo, M.J.D.: Incidencia de *Muellerius capillaris* en Ovinos y Caprinos Sacrificados en el Rastro de Tlanepantla, Edo. de México, Durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre de 1979. Tesis de Licenciatura. Fac. de Est. Sup. Cuautitlán Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1980.
- 34.- Leach, C.: Fundamentos de Estadística. Enfoque no Paramétrico para Ciencias Sociales. Limusa, México, D.F., 1982.
- 35.- Levine, N.D.: Nematode Parasites of Domestic Animals and of Man. Burgess, Minneapolis, 1968.

- 36.- McCraw, B. M., Eaton, E.W., Ogilvie, T.H., Blackwell, T.E. and Butler, D.G. : Transmission and treatment of *Muellerius capillaris* in goats. Can. Vet. J. **22**: 205 (1981).
- 37.- Malek, E.A. and Cheng, T.C. : Medical and Economic Malacology. Academic Press, New York, 1974.
- 38.- Manga-González, Y.: Los Helicidae (Gastropoda, Pulmonata) de la Provincia de León. Institución Fray Bernardino de Sahagún, Diputación Provincial de León, 1983.
- 39.- Manga-González, Y.; Morrondo-Pelayo, M.P. y Cordero del Campillo, M.: Moluscos Hospederos Intermediarios de Protostrongylidae Ovinos. Universidad de León, 1986.
- 40.- Martínez-Morales, E.: Sobre algunos factores de la infestación ovina con protostrongilidos. An. Fac. Vet. León **13**: 109-134 (1967).
- 41.- Morrondo-Pelayo, P., Cordero del Campillo M., Rojo-Vázquez, F. A. y Díez-Baños, P.: Cinética de la eliminación larvaria en bronconeumonías verminosas ovinas. An. Fac. Vet. León, **24**: 39-45 (1978).
- 42.- Nimmo, J.S.: Six cases of verminous pneumonia (*Muellerius sp.*) in goats. Can. Vet. J., **20**: 49-52 (1979).
- 43.- Ogassawara, S., Benassi, S., D'Angelino, J.L. e Pereira de Araujo, W.: *Muellerius capillaris* como um agente de pneumonia helmintica em caprinos. Arqu. Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte, **34**: 109 - 116 (1982).
- 44.- Perera, G., Yong, M. and Sánchez, R.: First record and ecological studies on *Melanoides tuberculata* in Cuba. Walkerana, Trans. Poets Soc. **2**: 1965 - 1971 (1987).
- 45.- Pilsbry, H. A.: Land Mollusca of North America (North of México), Monograph 3 Vol. I part II. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia., 1940 .
- 46.- Pilsbry, H. A.: Land Mollusca of North America (North of México), Monograph 3 Vol. II part. I. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia, 1946.
- 47.- Quiroz, R. H. y Rodríguez, B.: Valoración de la efectividad del albendazol contra *Muellerius capillaris* en cabras. Memorias de la Primera Reunión de Parasitología Veterinaria. México, D.F. 1980. 36. Asociación Mexicana de Parasitología Veterinaria, A.C. México, D.F. (1980).

- 48.- Quiroz, R.H.: Parasitología y Enfermedades Parasitarias de los Animales Domésticos. Limusa, México, D.F., 1984
- 49.- Ramaswamy, K. and Arora, B.M.: Prevalence of *Muellerius capillaris* in free-ranging spotted deer (*Cervus axis*) in India and its experimental cross-transmission to goats. J. Wildl. Dis., 27: 102-104 (1991).
- 50.- Rojo-Vazquez, J.: Las relaciones entre Protostrongylinae y bacterias aerobias en el pulmón ovino. An. Fac. Vet. León, 21: 51 - 101 (1975)
- 51.- Rysavy, B.: Ciclo evolutivo del helminto pulmonar *Muellerius capillaris* Müller, 1889, en Cuba. Torreia, 6: 3 - 12 (1969).
- 52.- Sanchez-Acedo C., Castillo-Hernández, J.A. y Gutierrez-Galindo, J.: Effect of febantel on different species of lungworms. Vet. Med. Rev., 1: 27 (1980).
- 53.- SARH, Subsecretaria de ganaderia. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana, México, D.F., 1979.
- 54.- Scheaffer, L.R., Mendenhall, W. y Ott, L.: Elementos de Muestreo, Grupo Editorial Iberoamérica, México, D.F., 1987.
- 55.- South, A.: Terrestrial Slugs. Biology, Ecology and Control. Chapman & Hall, London, 1992.
- 56.- Steel, G.D. y Torrie, J.H.: Bioestadística, Principios y Procedimientos. Mc Graw- Hill, México, D.F., 1986.
- 57.- Stephano, H.A.: Estudio de los cambios macroscópicos e histológicos observados en pulmones de caprinos y ovinos infectados naturalmente por *Muellerius capillaris*. Memorias de la Primera Reunión de Parasitología Veterinaria. México, D.F. 1980. 52. Asociación Mexicana de Parasitología Veterinaria, A.C. México, D.F. (1980).
- 58.- Studdert, V.P.: Epidemiological features of snails and slug bait poisoning in dogs and cats. Aust. Vet. J., 62: 269-271 (1985).
- 59.- Suteu, E., Bahcivangi, S., Rotaru, O., Cozma, V., Matas, D., Bozdog, C. and Heius, D.: Epizootiological, clinical, therapeutic and laboratory studies on *Muellerius capillaris* infection in goats. Seminarul. Actualitati in patologia animalelor domestice. 18-19 iunie 1987. 223-231 (1987).

- 60.- Thomas, J.R., Valerie, J.N. and Boag: The incidence of lungworm infection in sheep in North-East England. Vet. Rec., **82**: 70-75 (1970).
- 61.- Trushin, I.N.: The bioecological characterization of seasonal infections of the mollusc, *Succinea putris*, with *Muellerius* larvae. Byulleten Vsesoyuznogo Instituta Gel'mintologii im. K.I. Skryabina, **7**: 55-58 (1972).
- 62.- Urban, E.: Studies on lung nematodes (Protostrongylidae, Dictyocaulidae) in sheep of the Podhale region, Tatra Highlands. II. Intermediate hosts of Protostrongylidae. Acta Parasitologica Polonica, **27**: 63-74 (1980).
- 63.- Valencia, G.M.E.: Frecuencia de *Muellerius capillaris* y Descripción de Lesiones Pulmonares. Tesis de Licenciatura. Fac de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1983.
- 64.- Young, J.D., Griffith, J.W.: Spontaneous *Pausteurella* pneumonia in adult laboratory goats complicated by superinfection with *Corynebacterium pseudotuberculosis* and *Muellerius capillaris*. Lab. An. Sci., **35**: 409-411, 1985.
- 65.- Zdzitowiecki, K.: An experimental study on the infection of terrestrial and aquatic snails with *Muellerius capillaris* (Mueller, 1889) larvae (Nematoda, Protostrongylidae) Acta Parasitologica Polonica, **24**: 159-163 (1976).
- 66.- Zmoray, I., Svarc, R., Lestan, P.: Localization of larvae of *Muellerius capillaris* in the tissues of the intermediate host *Cepaea windobonensis* (Fér.). (Study of the development of *Muellerius capillaris* in the intermediate host, IV). En: Helminthological Abstracts Series A, **41**: 410 (1972).

Cuadro 1

Porcentaje de cabras positivas a *Muellerius capillaris*, mediante la técnica de Baermann.

Mes	% mensual de cabras positivas	Intervalo de confianza (95%)	
		Lim. inferior	Lim. superior
febrero	80	64	95
marzo	80	64	95
abril	52	32	71
mayo	68	48	86
junio	96	88	100
julio	88	75	100
agosto	100	100	100
septiembre	88	75	100
octubre	80	64	95
noviembre	80	64	95
diciembre	100	100	100
enero	100	100	100
% anual	84	69	98

Cuadro 2

Análisis de varianza corregido por bloques para el efecto mes.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de Varianza	Significancia
Meses	1044.888	11	94.989	10.317	5.2864E-16
Error	2651.444	288	9.206		
Total	3696.333	299			

Cuadro 3

Promedio de larvas de *Muellerius capillaris* por gramo de heces e intervalos de confianza durante los meses de estudio.

Mes	Promedio larvas/g de heces	Literales*	Intervalo de confianza (95%)	
			Lim. inferior	Lim. superior
febrero	4.76	b	2.57	6.94
marzo	5.40	b c	3.17	7.66
abril	1.28	a	0.66	1.89
mayo	1.48	a	0.89	2.06
junio	5.84	b c d	3.75	7.92
julio	7.60	c d	4.09	11.10
agosto	6.76	b c d	4.02	9.49
septiembre	8.56	d	4.89	12.22
octubre	5.92	b c d	3.46	8.37
noviembre	5.84	b c d	3.70	7.97
diciembre	5.68	b c	3.54	7.81
enero	5.36	b c	3.14	7.57
x anual	5.37		4.16	6.57

*Literales distintas denotan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Cuadro 4

Análisis de varianza para la regresión.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Significancia
Modelo	901.096	3	300.365	31.807	7.5245E-18
Error	2795.240	296	9.443		
Total	3696.330	299			

Cuadro 5

Estimación de los parámetros de la regresión.

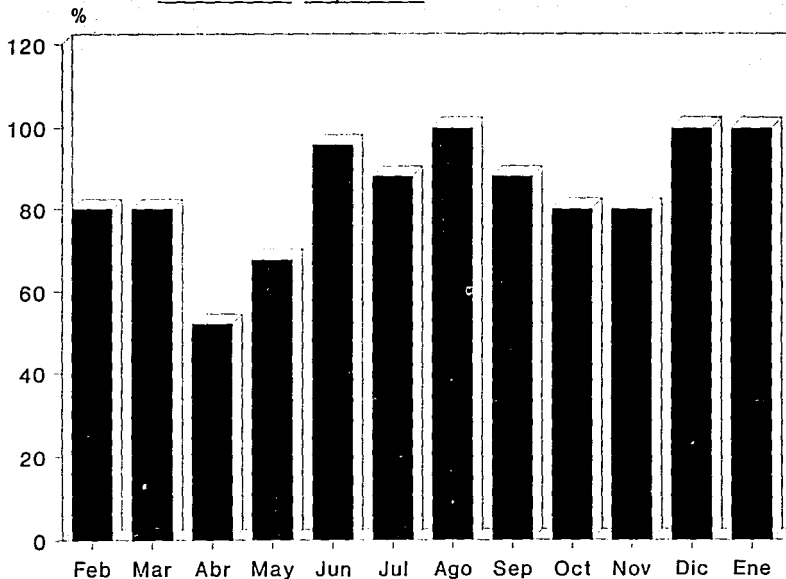
Variable	Coefficiente	Error estándar	Valor de t	Significancia
Constante	13.423	2.630	5.103	5.9872E-07
Temperatura	-0.628	0.118	-5.303	2.2332E-07
Días de lluvia	0.121	0.022	5.517	7.5138E-08
Desparasitación	-2.134	0.731	-2.917	0.003

Cuadro 6

Porcentaje e intervalo de confianza para los géneros de moluscos colectados.

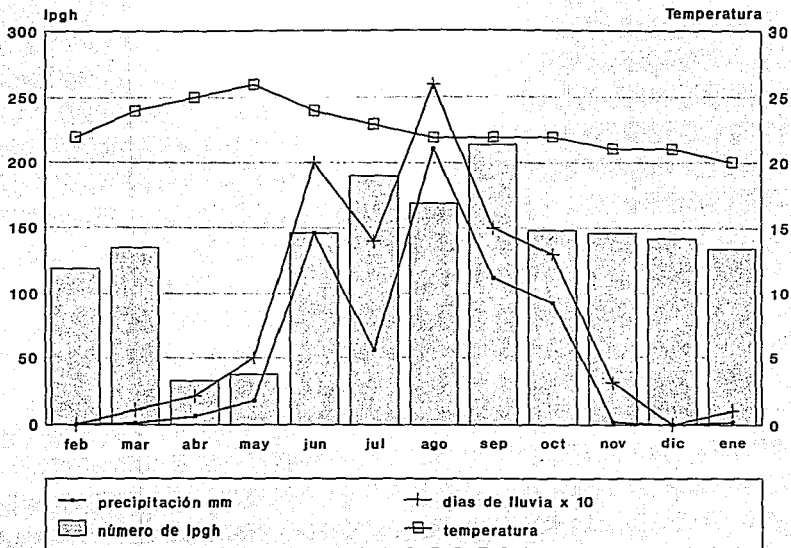
Género	Número de moluscos	Porcentaje	Intervalo de confianza (95%)	
			Lim. inferior	Lim. superior
<i>Fossaria sp.</i>	18	6	3.30	8.69
<i>Gyraulus sp.</i>	10	3.33	1.29	5.36
<i>Drepanotrema sp.</i>	11	3.66	1.53	5.78
<i>Melanoides tuberculata</i>	9	3	1.06	4.93
<i>Omphalina sp.</i>	5	1.66	0.02	3.10
<i>Glyphyalinia sp.</i>	5	1.66	0.02	3.10
<i>Physella sp.</i>	15	5	2.52	7.47
<i>Deroceras laeve</i>	42	14	10.06	17.93
<i>Succinea sp.</i>	66	22	17.30	26.69
<i>Polyggra sp.</i>	119	39.67	34.12	45.21
Total	300	100		

GRAFICA 1 Porcentaje de cabras positivas a larvas de Muellerius capillaris en los meses de estudio



GRAFICA 2

Eliminación mensual de larvas de Muellerius capillaris

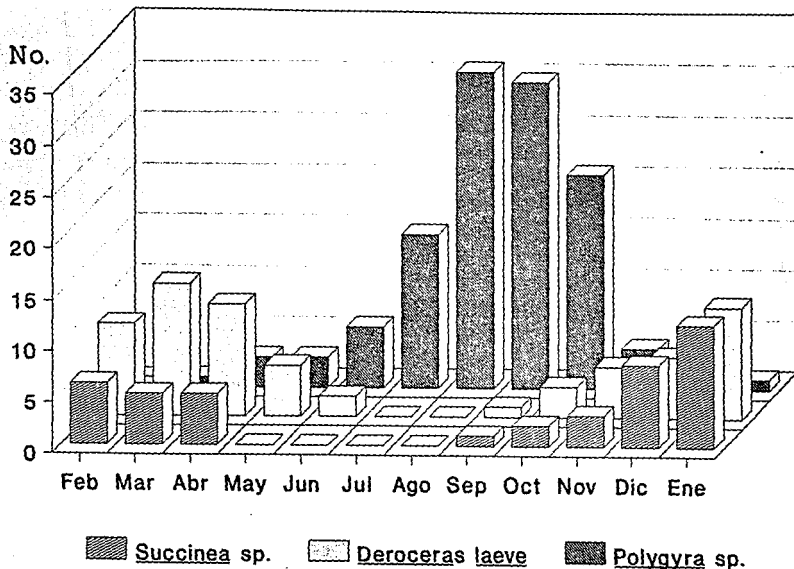


Datos climatológicos obtenidos de la estación "Progreso", Jiutepec, Mor.

Ipgh = larvas por gramo de heces

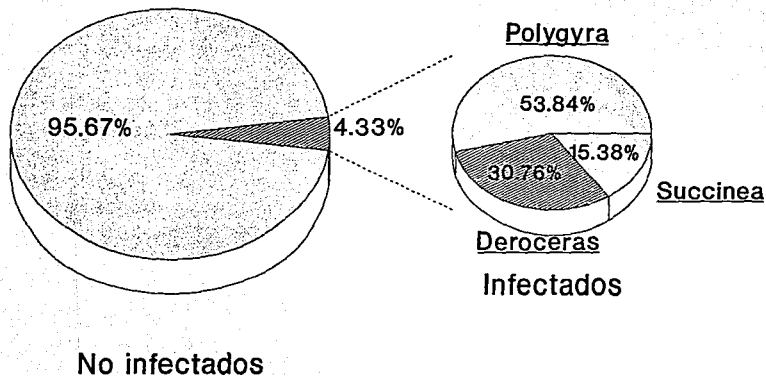
GRAFICA 3 Dinámica de los géneros infectados con larvas de Muellerius capillaris durante los meses de estudio.

45

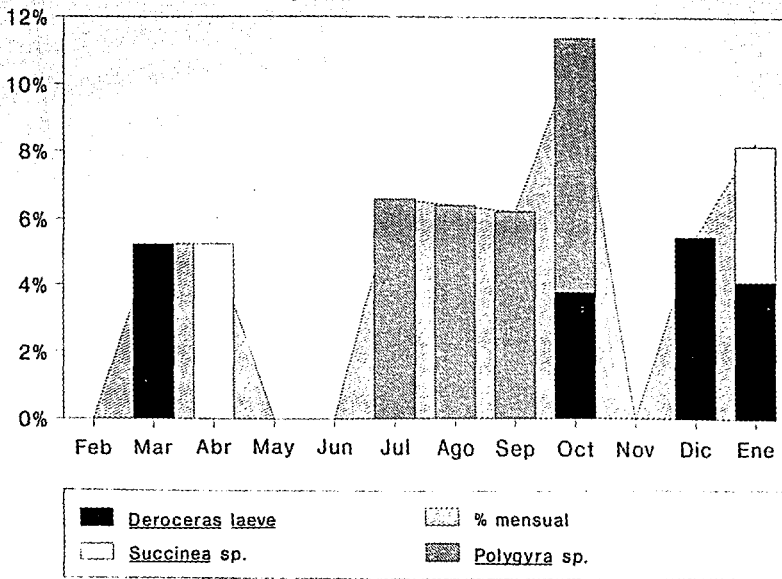


GRAFICA 4

Porcentaje de moluscos infectados con larvas de Muellerius capillaris



GRAFICA 5 Porcentaje de moluscos infectados con larvas de Muellerius capillaris durante los meses de estudio



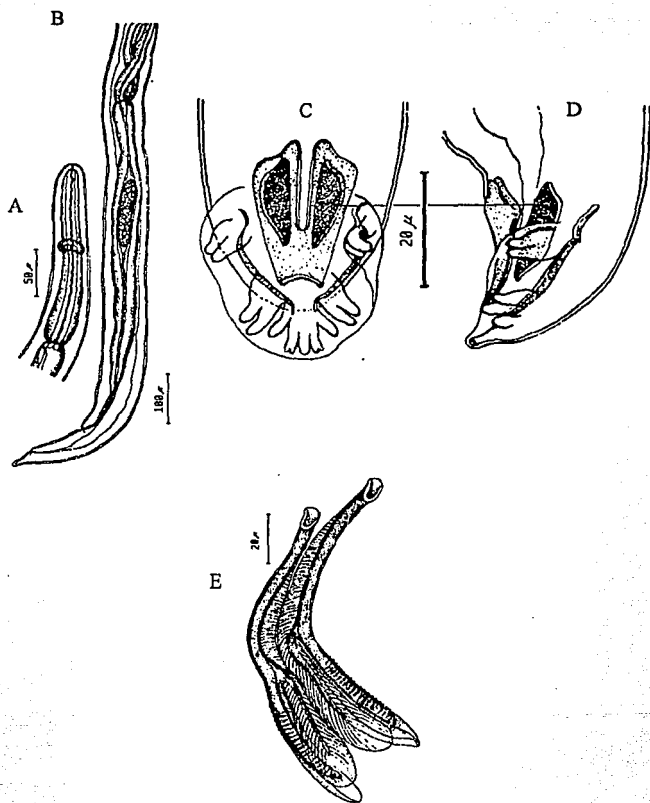


Fig. 1. *Muellerius capillaris*. A. Extremidad anterior B. Extremidad posterior de la hembra C y D. Vistas ventral y lateral de la extremidad posterior del macho E. Espículas. Tomado de Levine (35).

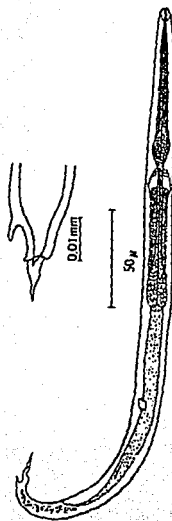


Fig. 2. *Muellerius capillaris* larva de primer estadio Tomado de Gerichter (26)

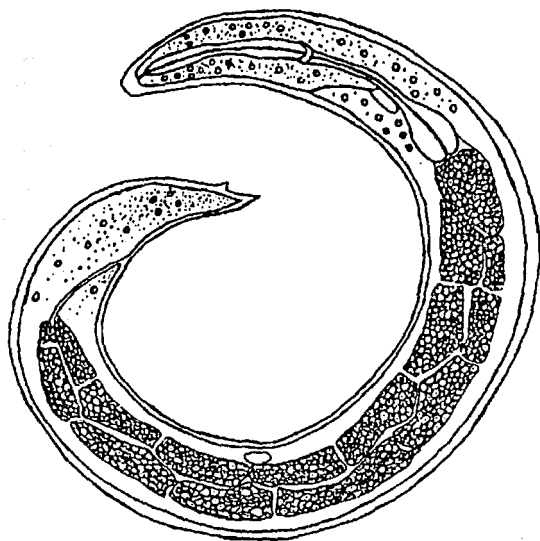


Fig. 3. *Muellerius capillaris* larva de segundo estadio. Tomado de Gerichter (26)

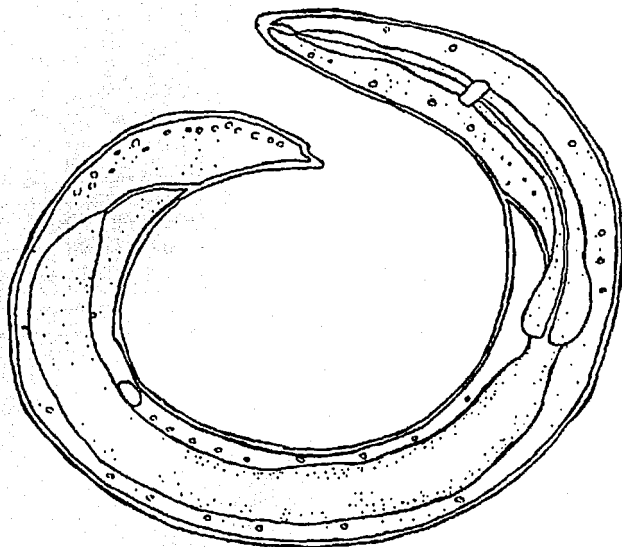


Fig. 4. *Muellerius capillaris* larva de tercer estadio. Tomado de Gerichter (26)

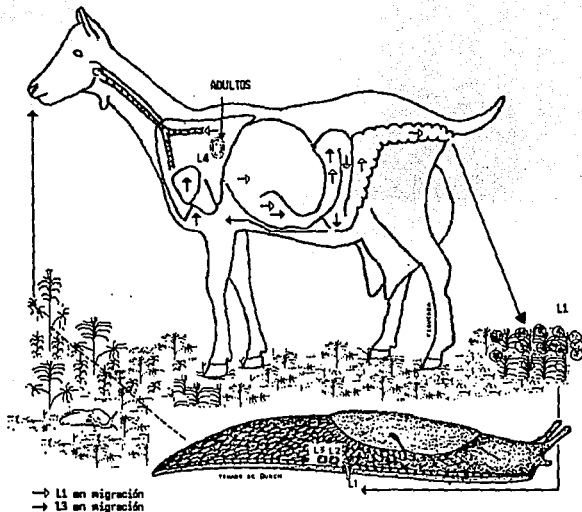


Fig. 5. Ciclo biológico de *Muellerius capillaris* (Original). La ovoposición ocurre en el parénquima pulmonar, ahí se almacenan los huevos larvados en nódulos de cría y se expulsan intermitentemente al toser, son deglutidos y salen junto con las heces en forma de larva 1 (L1). Las L1 penetran en los moluscos y se desarrollan hasta alcanzar el tercer estadio (L3). Los animales se infectan al consumir moluscos infectados. La L3 es liberada en el abomaso, llega a intestino delgado y atraviesa sus paredes, via linfática viaja al corazón y posteriormente a los pulmones, donde muda a larva 4 (L4) y posteriormente alcanza la madurez sexual. El período prepatente es de 25 a 30 días.

Calculo del tamaño de muestra

Del examen preliminar se obtuvieron las siguientes observaciones:

Existian solo dos rebaños de cabras en todo el poblado. Un rebaño con 40 (32 adultos y 8 jóvenes) y el otro con 19 (13 adultos y 6 jóvenes).

De 30 cabras elegidas al azar el porcentaje de cabras adultas positivas fue de 50%, mientras que el de los jóvenes fue 0%.

Se consideró calcular el tamaño de la muestra para un muestreo aleatorio estratificado, donde cada rebaño sería un estrato, de acuerdo con la siguiente fórmula (54):

$$n = \frac{\left(\sum N_i \sqrt{p_i q_i}\right)^2}{N^2 D + \sum N_i (p_i q_i)}$$

Donde:

N = tamaño de la población caprina (59)

p = porcentaje de cabras adultas positivas (50)

q = porcentaje de cabras adultas negativas (50)

D = $\frac{B^2}{4}$ = precisión de la estimación (.0025)

B² = límite para el error de estimación (.1)²

Substituyendo en la fórmula anterior, se obtiene un tamaño de muestra de 37 cabras adultas.

La asignación del tamaño de muestra para cada estrato se realizó de acuerdo con la siguiente fórmula (54):

$$n_1 = \frac{N_1 \sqrt{p_1 q_1}}{\sum N_i \sqrt{p_i q_i}}$$

Donde:

n₁ = al tamaño de muestra para el estrato 1

n₂ = al tamaño de muestra para el estrato 2

Al substituir en la fórmula se obtuvo n₁ = .67 y n₂ = .32

El tamaño de muestra para cada estrato se calculo de acuerdo a lo siguiente:

n₁ = 37 (.67) = 25 cabras adultas del estrato 1

n₂ = 37 (.32) = 12 cabras adultas del estrato 2

Las cabras que conformarían la muestra en cada estrato se eligieron por sorteo. No se calculó el tamaño de muestra para los animales jóvenes ya que se muestreo a todos.