

DIAGNÓSTICO Y CONTROL SUSTENTABLE DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES

en ovinos y caprinos en la era de
la resistencia antihelmíntica



Pedro Mendoza de Gives
Juan Felipe de Jesús Torres Acosta
(coordinadores)



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

Diagnóstico y control sustentable de nematodos gastrointestinales en ovinos y caprinos en la era de la resistencia antihelmíntica

Pedro Mendoza de Gives
Juan Felipe de Jesús Torres Acosta
(coordinadores)



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

QL Diagnóstico y control sustentable de nematodos gastrointestinales
391 en ovinos y caprinos en la era de la resistencia antihelmíntica /
.IN4 Pedro Mendoza de Gíves, Juan Felipe de Jesús Torres Acosta,
.D53 coordinadores.--Mérida, Yucatán : Universidad Autónoma de
2023 Yucatán, 2023.

1 recurso electrónico (93 páginas : ilustraciones).

1. Nematodos—Clasificación. 2. Nematodos—Identificación.
3. Nematodos—Control. 4. Parásitos de ovejas--Tratamiento.
5. Parásitos de cabras—Tratamiento. 6. Parasitología veterinaria.
I. Mendoza de Gíves, Pedro. II. Torres Acosta, Juan Felipe de Jesús.

Diagnóstico y control sustentable de nematodos gastrointestinales en ovinos y caprinos en la era de la resistencia antihelmíntica

Primera edición: agosto de 2023

D. R. © 2023, Universidad Autónoma de Yucatán
Bajo el sello de la Casa Editorial UADY
Calle 60 núm. 491 A por 57, Centro
C.P. 97000, Mérida, Yucatán, México
Tel. +52 (999) 923 9769
casa.editorial@correo.uady.mx
www.uady.mx/casa-editorial

ISBN 978-607-8741-45-8

Obra con derechos reservados, prohibida su reproducción parcial o total sin el permiso escrito del titular de los derechos.

Hecho en México / *Made in Mexico*

Advertencia: La Medicina Veterinaria y las ciencias relacionadas están en constante transformación, y por definición como cualquier otra ciencia, es refutable y falible. Por lo tanto, es responsabilidad del Médico Veterinario basado en su criterio, experiencia y metodología, realizar la práctica clínica y diagnóstica. Los autores no asumen responsabilidad alguna por los daños y perjuicios que pudieran generarse a los animales, personas o propiedades como consecuencia del uso correcto o incorrecto de la información que aparece en la presente obra.



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



Índice

Lista de cuadros	6
Lista de figuras	7
Dedicatoria	11
Agradecimientos	13
Prefacio	14
1. Introducción	16
2. Los nematodos parásitos del tracto gastrointestinal de ovinos y caprinos	19
2.1. ¿Qué tipo de nematodos gastrointestinales afectan a nuestros animales?	19
2.2. ¿Cómo se desarrollan los nematodos en el ambiente?	24
2.3. ¿Qué favorece la sobrevivencia de los nematodos en el ambiente?	29
2.4. ¿Cómo se infectan nuestros animales con estos parásitos?	30
3. ¿Qué signos muestran los animales parasitados?	32
3.1. ¿Qué signos se pueden observar o distinguir en un animal infectado con parásitos?	32
3.2. ¿Qué daños se pueden encontrar en el cadáver de un animal altamente parasitado?	35
4. ¿Cómo puedo saber si mis animales están muy parasitados?	39
4.1. ¿Qué pruebas de campo me ayudan a identificar animales que pueden estar muy parasitados?	40
4.2. ¿Qué pruebas de laboratorio sirven para conocer el género y la cantidad de parásitos en los animales? ¿Cómo interpreto estas pruebas?	43
4.2.1 Muestras de heces para análisis de laboratorio	43
4.2.2 Muestras de sangre para determinación de volumen celular aglomerado (VCA)	46
5. ¿Cómo usar los antihelmínticos para el control de los nematodos gastrointestinales en mi rebaño?	49
5.1. ¿Cómo decido qué animales se deben desparasitar y cuáles no?	49
5.2. ¿Qué medicamentos hay en México para matar a los nematodos gastrointestinales que afectan a mis animales?	52

5.3. ¿Cómo elegir el medicamento veterinario para desparasitar a mis animales?	58
5.4. ¿Cómo se almacenan y conservan los antihelmínticos en la granja?	61
6. ¿Cómo prevenir que los nematodos gastrointestinales de mis animales se vuelvan resistentes a los antihelmínticos?	63
6.1. ¿Por qué no conviene desparasitar a los animales con pocos parásitos?	64
6.2. ¿Cuándo debo cambiar de antihelmíntico contra nematodos gastrointestinales en mi rebaño?	66
7. ¿Cómo evitar introducir nematodos gastrointestinales resistentes a los antihelmínticos cuando compres animales de otras granjas?	68
8. ¿Qué manejos me pueden ayudar a evitar que mis ovejas y cabras tengan muchos parásitos?	71
8.1. Una buena alimentación ayuda a reducir la cantidad de parásitos en los animales	71
8.2. Evitar sobreexplotar a las ovejas y cabras por causa de una reproducción muy acelerada	74
8.3. Elegir reemplazos entre las hijas de los animales con menos problemas de parásitos	75
9. Además de los antihelmínticos, ¿qué otros métodos existen para el manejo de los nematodos gastrointestinales?	77
9.1. Rotación del pastoreo para limitar la población de larvas en las praderas	77
9.2. Hongos que matan nematodos gastrointestinales en las heces de los ovinos y caprinos	79
9.3. Alimentar a los animales con plantas que dañan a los parásitos	81
9.4. Partículas de óxido de cobre para el control de los nematodos gastrointestinales	85
9.5. Vacunas para el control de los nematodos gastrointestinales	86
9.6. Uso de razas que resisten la infección de los parásitos	87
10. Control integrado: usando diferentes métodos contra los nematodos gastrointestinales de ovejas y cabras	90
Literatura recomendada	93
Glosario	96
Los autores	99

Lista de cuadros

Cuadro 1. Nematodos adultos que habitan en el abomaso e intestino delgado de los pequeños rumiantes: <i>Haemonchus contortus</i> y <i>Trichostrongylus colubriformis</i> .	22
Cuadro 2. Nematodos adultos que habitan en el intestino grueso de los pequeños rumiantes: <i>Oesophagostomum columbianum</i> y <i>Trichuris ovis</i> .	23
Cuadro 3. Principales signos que presentan los ovinos y caprinos cuando tienen muchos parásitos, dependiendo del tipo de nematodo gastrointestinal que les afecta.	33
Cuadro 4. Listado de familias de antihelmínticos que se usan para el control de nematodos gastrointestinales, incluyendo las familias de espectro amplio, con los diferentes principios químicos de esa familia, y los desparasitantes de espectro reducido.	53
Cuadro 5. Dosis correctas de los antihelmínticos disponibles en México para borregos y cabras.	55

Lista de figuras

- Figura 1.** Esquema de localización de diferentes especies de nematodos gastrointestinales en los órganos digestivos de un caprino. 20
- Figura 2.** Ciclo de vida de los nematodos gastrointestinales que afectan a los pequeños rumiantes en pastoreo. 24
- Figura 3.** Larvas 3 (L₃); de diferentes géneros de nematodos gastrointestinales obtenidas de las heces de animales con parásitos adultos. Observaciones hechas con el objetivo 10X de un microscopio compuesto. Estas larvas salen de las heces para subir a la vegetación y solo son visibles con un microscopio. (A) *Haemonchus contortus*; (B) *Trichostrongylus colubriformis* y (C) *Oesophagostomum columbianum*. 27
- Figura 4.** Diferentes estadios de *Haemonchus contortus*, observados en un microscopio compuesto (10X) de: (A) huevos; (B) larvas 1 (L₁); (C) larvas 2 (L₂); (D) larvas 3 (L₃); y observados a simple vista de: (E) adulto macho y (F) adulto hembra. Se aprecia la diferencia en tamaños. 28
- Figura 5.** Aspecto de los principales signos clínicos que se aprecian en un animal parasitado (diarrea (A); enflaquecimiento (B); debilidad, edema submandibular (C)). La intensidad de los signos depende principalmente del estado general del animal, incluyendo la condición corporal, y la cantidad de parásitos que se han establecido en el tracto digestivo y pueden ir desde leves y moderados, hasta graves que pueden conducir a la muerte del animal. 34
- Figura 6.** Parásitos adultos localizados en el abomaso: *Haemonchus contortus* indicados con flechas azules en infección leve (A y B) o severa (C). *Teladorsagia circumcincta* es más pequeño (D, dentro del círculo). 36

- Figura 7.** Principales hallazgos observados macroscópicamente en el intestino delgado durante la necropsia ocasionados por algunos nematodos gastrointestinales: (A) Hemorragias en forma de puntos causado por *Cooperia*. Los parásitos no se observan a simple vista porque son microscópicos. (B) Contenido intestinal líquido y rojizo, con presencia de algunos parásitos (en círculos). 37
- Figura 8.** Principales hallazgos observados macroscópicamente en el intestino grueso durante la necropsia. Lesiones nodulares ocasionados por *Oesophagostomum columbianum* (A y B). Presencia de adultos de *O. columbianum* (B, en círculo) y de *Chabertia ovina* (C, en círculo) 38
- Figura 9.** La técnica de condición corporal de Honhold y col. (1989) se desarrolló para cabras en África, pero ha servido para cabras y ovinos de pelo del trópico de México. Es una técnica de palpación que consiste en colocar la mano donde se indica en la figura A y B. Se palpa la cantidad de músculo que se siente en las vértebras de esa zona como se indica en la figura A y se muestra en la figura C y D. 41
- Figura 10.** Uso correcto de técnica de FAMACHA® incluyendo: (A) la apertura correcta de los párpados de un caprino con FAMACHA® 4 (B) y un ovino con FAMACHA® 2 (C) de acuerdo con el color de la mucosa palpebral. 42
- Figura 11.** Obtención de muestra de heces para análisis: (A) Usar una bolsa nueva y limpia; (B) tomar muestra directo del recto (C) obtener 5 g y quitar el aire entre los pellets; (D) identificar con el número del animal (E). En el laboratorio, solicitar el uso de la técnica de McMaster para el conteo de huevos en heces. 44
- Figura 12.** Técnica de hematocrito para identificar animales anémicos obteniendo la muestra de sangre con Vacutainer®: (A) se coloca en posición aguja, camisa y tubo Vacutainer® y (B) se sujeta hasta obtener el volumen necesario. En el laboratorio, (C) los tubos se homogeneizan; (D) se obtiene la muestra con un microcapilar, y (E) se centrifugan para determinar el porcentaje

del volumen que ocupan los glóbulos rojos: un porcentaje bajo (<21%) sugiere anemia.	48
Figura 13. Árbol de decisión que combina el esquema desparasitación selectiva dirigida para ovejas o cabras adultas con los criterios en cada paso para determinar cuándo tratar a un animal con un producto antihelmíntico. (HPG = huevos por gramo de heces con la técnica McMaster con el apoyo de un laboratorio).	51
Figura 14. Pasos para desparasitar correctamente a un animal: (A) pesarlo individualmente, (B) seguir las instrucciones de la etiqueta, como remover en un recipiente aparte, y aplicar los mililitros correspondientes medidos con una jeringa sin aguja para un antihelmíntico oral, o (C) inyectar levantando la piel en forma de triángulo si se trata de una inyección subcutánea.	54
Figura 15. (A) Almacén de productos veterinarios correctamente implementado y rotulado. (B) Almacén de productos veterinarios mal implementado.	62
Figura 16. (A) Traslado correcto de productos veterinarios y otros insumos y materiales. (B) Manipulación inadecuada de los productos veterinarios como usarlos bajo el sol o dejarlos expuestos al aire.	62
Figura 17. Esquema de rotación de praderas usando 10 potreros con 3 días de uso en cada potrero y 30 días de descanso. El mismo esquema puede servir para 4 días de uso y 40 días de descanso.	77
Figura 18. Aspecto de estructuras del hongo nematófago <i>Duddingtonia flagrans</i> . (A) Conidióforos, sosteniendo unos conidios o esporas. (B) Una larva infectante del nematodo parásito de pequeños rumiantes <i>Haemonchus contortus</i> capturada en una red de anillos tridimensionales del hongo. (C) Clamidosporas del hongo que se agregan al alimento. (D) Ovinos consumiendo alimento conteniendo clamidosporas del hongo, como un método de control biológico.	79

- Figura 19.** Plantas leguminosas forrajeras de la selva baja caducifolia de Yucatán que han demostrado tener un follaje con elevado porcentaje de proteína (> 18%) y compuestos secundarios que pueden ayudar a controlar a los nematodos gastrointestinales de los ovinos y caprinos. (A) *Leucaena leucocephala*; (B) *Mimosa bahamensis*; (C) *Lysiloma latissiliquum*; (D) *Senegalia gaumeri*; (E) *Acacia pennatula*; y (F) *Havardia albicans*. 82
- Figura 20.** (A) Partículas de óxido de cobre dosificadas en cápsulas. (B) Partículas de óxido de cobre observadas en un microscopio a un aumento de 4X. 85
- Figura 21.** Razas de ovinos de pelo que han demostrado gran resistencia contra los nematodos gastrointestinales: Panza Negra macho (A) y hembras (B); Pelibuey macho (C) y hembras (D). 87
- Figura 22.** El control integrado de nematodos gastrointestinales (NGI) consiste en usar simultáneamente diferentes métodos para reducir las poblaciones de nematodos gastrointestinales en las granjas ovinas y caprinas. En México, el control integrado ya puede incluir: (A) animales tropicales de razas resistentes; (B) suplementación de la dieta; (C) plantas nutracéuticas de la vegetación nativa; (D) desparasitación selectiva dirigida; (E) rotación de potreros; y (F) evitar sobreexplotar a las hembras reproductoras. 90

Dedicatoria

Los autores dedicamos esta obra a los productores de ovinos y caprinos que se esfuerzan diariamente por mantener o mejorar la producción y salud en sus rebaños. A esos productores que deben enfrentar diversas dificultades ambientales como las sequías prolongadas o las lluvias torrenciales, mientras resuelven de manera cotidiana problemas técnicos con múltiples complicaciones económicas, sociales y políticas. Un reconocimiento a su entusiasmo e imaginación para resolver los retos diarios. Esperamos que esta obra les ayude a identificar estrategias que pueden usar para hacer un manejo sustentable de los nematodos gastrointestinales en sus animales. A estos productores nuestro respeto y admiración.

A los técnicos, zootecnistas y veterinarios que buscan ofrecer a los productores de ovinos y caprinos soluciones viables para enfrentar las enfermedades que ocasionan los nematodos gastrointestinales ahora, que es cada vez más común, que los parásitos sean resistentes a los antihelmínticos disponibles en el mercado. Esperamos que esta obra sirva para orientarles e inspirarles a construir un manejo sustentable de estos parásitos en los rebaños y les permita detener el avance de la resistencia en las poblaciones de parásitos de los rebaños ovinos y caprinos.

A los valerosos estudiantes de licenciatura y posgrado, investigadores y personal de apoyo en granjas, universidades y centros de investigación que aportaron su tiempo, planeación, esfuerzo físico e intelectual para generar la información que dio sustento a las recomendaciones del presente libro. Un eterno reconocimiento a su paciencia, entusiasmo, imaginación, camaradería y heroísmo para con sus proyectos. Cada gota de esa fuerza vital que aportaron ha dejado frutos positivos en Ustedes, sus compañeros, los productores y las futuras generaciones de investigadores.

A los estudiantes de Medicina Veterinaria, Zootecnia, Agroecología, Manejo de Recursos Naturales y de otras carreras afines, que están entrando en estos momentos en el interesante mundo del diagnóstico y manejo de los problemas ocasionados

por los nematodos gastrointestinales en ovinos y caprinos. Es importante comprender que las estrategias basadas en el uso irracional de los antihelmínticos han llevado a un problema mundial de parásitos resistentes a estos medicamentos. En adelante tendrán la difícil tarea de replantear el manejo de estos parásitos. Para esto, deberán aprender a usar correctamente los diferentes métodos y herramientas para el control de estos parásitos. Esperamos que esta obra los inspire a hacer un uso racional de los recursos naturales en sus regiones para construir poco a poco una producción animal más sostenible.

Atentamente,
Felipe Torres Acosta

Agradecimientos

La presente obra es el resultado de una iniciativa que surgió de los miembros del "Comité 17 Parasitología y Parasitoides" del Consejo Nacional Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal de México (CONASA). Agradecemos el apoyo de este Comité y del CONASA por darnos la oportunidad de realizar este esfuerzo.

A las instituciones de los autores, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad del INIFAP (CENID-SAI INIFAP), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán (FMVZ-UADY), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM (FMVZ-UNAM), y Facultad de Ciencias Naturales UAQ (FCN-UAQ), Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad, y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) y a la empresa farmacéutica veterinaria Lapisa S.A. de C.V. por darnos la oportunidad y el apoyo para realizar mucha de la investigación que da sustento a la información que se plasma en esta obra y por permitirnos el tiempo para escribirla.

La Dra. María Gabriela Mancilla Montelongo agradece al proyecto Cátedras Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) (No. 692) por el financiamiento de su proyecto.

Prefacio

Las parasitosis causadas por nematodos gastrointestinales representan uno de los principales problemas para ovinos y caprinos en pastoreo. Estos parásitos pueden ocasionar una importante disminución en las ganancias de peso o la producción de leche de los animales, ocasionando pérdidas económicas para los productores. Desde hace más de 60 años, el control de estos parásitos se ha basado principalmente en el uso de productos químicos desparasitantes conocidos como antihelmínticos. Estos medicamentos veterinarios han ayudado a los productores a disminuir las parasitosis y limitar los daños ocasionados por éstas en los rebaños de ovinos y caprinos. Cuando un productor sospecha que sus animales están parasitados, acude a una farmacia veterinaria, compra un antihelmíntico y lo aplica a sus animales esperando que éstos mejoren su salud y su producción. Sin embargo, cuando se generalizó el uso de los antihelmínticos en las granjas se favoreció la selección de parásitos capaces de sobrevivir a estas drogas. Con el paso de los años, se fueron seleccionando los parásitos resistentes a estos medicamentos y se reprodujeron en muchas granjas. En la actualidad es más común encontrar rebaños con parásitos resistentes a los antihelmínticos, que rebaños con parásitos susceptibles a esos medicamentos. Esta problemática es tan grave que ya existen rebaños con nematodos gastrointestinales capaces de resistir a todos los antihelmínticos disponibles. Esto representa un serio problema para el control de estos parásitos.

Ante esta problemática, los investigadores dedicados al área de la salud animal en México y otros países han generando nuevas estrategias de manejo que ayudan al control de parásitos. Estas nuevas estrategias permiten reducir el uso excesivo de los antihelmínticos en las granjas. Se debe comenzar por usar los antihelmínticos solamente en aquellos animales que necesitan ser desparasitados, evitando el uso innecesario de estas drogas. Para esto será necesario entrenar a los productores y a los técnicos para

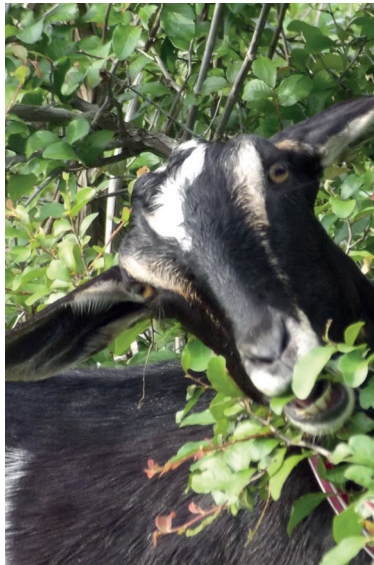
identificar a los animales con problemas de parásitos. Además, los productores de ovinos y caprinos necesitan técnicos capacitados para el diagnóstico de parásitos resistentes a los diferentes antihelmínticos, que les permita utilizar solo aquellos que todavía funcionan en cada granja. Por otro lado, es necesario ofrecer información acerca de las alternativas no químicas que pueden contribuir al control de los parásitos en los rebaños. Los productores podrán elegir una o más de las alternativas de la "canasta de métodos" para el manejo de los parásitos. Estos métodos afectan a los parásitos en diferentes formas: (a) manteniendo praderas menos contaminadas con nematodos gastrointestinales, (b) mejorando la capacidad de los ovinos y caprinos para soportar los efectos negativos de los parásitos, (c) fortaleciendo la respuesta inmune de estos animales, y (d) usando antiparasitarios naturales. La presente obra pretende ofrecer a los productores y a los técnicos información práctica que contribuya al manejo adecuado y sustentable de los nematodos gastrointestinales en rebaños ovinos y caprinos.

Los autores

1. Introducción

Las infecciones por nematodos gastrointestinales representan uno de los principales problemas de salud para los ovinos y caprinos en pastoreo. Estos parásitos pueden ocasionar que uno o varios animales muestren signos como debilidad, falta de apetito, aislamiento del rebaño, diarrea, enflaquecimiento e incluso la muerte. Cuando los productores encuentran animales con estos signos, generalmente van a la farmacia veterinaria, compran algún antihelmíntico que les recomienden, se lo aplican a los animales afectados y en muchas ocasiones también desparasitan a los animales que no parecen estar afectados. Este manejo pudiera repetirse varias veces al año. Sin embargo, es importante considerar que existen muchas condiciones de manejo y otras enfermedades que pueden ocasionar los mismos signos de enfermedad. Esto puede confundir el diagnóstico del problema y llevar a aplicar tratamientos innecesarios e incorrectos. El uso excesivo de los antihelmínticos y los errores en la vía y dosis de aplicación han ocasionado la aparición de nematodos gastrointestina-

Los animales en pastoreo se infectan por nematodos gastrointestinales que pueden afectar su salud y productividad.



Fuente: fotografía tomada por Pedro Geraldo González Pech.



Fuente: fotografía tomada por Pedro Geraldo González Pech.

les resistentes a estos medicamentos en muchas granjas del mundo. Este problema es común en varias zonas geográficas de México.

Para poder identificar qué animales realmente presentan problemas por estos parásitos en los rebaños de ovinos y caprinos, es importante considerar varios aspectos que incluyen el manejo de las praderas, la alimentación, la raza de los animales, así como basarse en los signos clínicos que muestran los animales y apoyarse en el diagnóstico de laboratorio a través de técnicas muy sencillas y relativamente económicas. La identificación correcta de los animales afectados por

estos parásitos le permitirá al productor aplicar tratamientos solamente a aquellos animales que realmente tienen problemas parasitarios, y se evitará usar de manera innecesaria los antihelmínticos en animales que no tienen parásitos.

Los técnicos de campo, así como los productores y sus trabajadores, requieren de información que les ayude a identificar cuándo sus animales están parasitados y qué hacer para controlar a estos parásitos. El presente manual pretende ser una guía para ayudar a comprender qué son los nematodos gastrointestinales, cómo infectan a los ovinos y caprinos, a qué animales afectan principalmente y qué signos clínicos ocasionan en los animales.

El control sustentable de estos parásitos se debe basar en un uso racional de diversos métodos de control, no solo usar antihelmínticos.

También se explican los elementos a tomar en cuenta para el uso de antihelmínticos en las granjas que tienen poblaciones de parásitos resistentes a estos medicamentos. Finalmente, se describen otros métodos de control de nematodos gastrointestinales que permitan reducir la dependencia por los antihelmínticos comerciales. Estos nuevos métodos de control deben ser usados en forma integrada, es decir, aplicados de manera conjunta y muy bien planificada para afectar a los parásitos en diferentes partes de su ciclo de vida. Esta nueva forma de controlar a los nematodos gastrointestinales usando diferentes metodologías debe orientarse a mantener de manera sustentable la salud y la producción de ovinos y caprinos de nuestros rebaños.

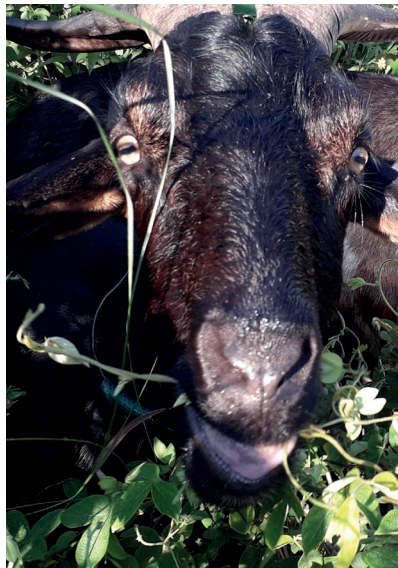
2. Los nematodos parásitos del tracto gastrointestinal de ovinos y caprinos

Los nematodos gastrointestinales son pequeños gusanos cilíndricos que, dependiendo de la especie, pueden habitar en diferentes partes del tracto digestivo. Estos parásitos se encuentran en los animales que salen a pastorear en los potreros y las praderas de las granjas.

2.1. ¿Qué tipo de nematodos gastrointestinales afectan a nuestros animales?

Los nematodos gastrointestinales se presentan en el tracto digestivo de los animales de todas las regiones de México, principalmente en regiones tropicales y subtropicales húmedas y cálidas, aunque también pueden afectar a los animales de zonas templadas.

Los animales se infectan al mismo tiempo con varias especies de nematodos gastrointestinales.



Fuente: fotografía tomada por Pedro Geraldo González Pech.

Estos parásitos se localizan en diferentes partes del tracto digestivo de los ovinos y caprinos, desde el estómago hasta los intestinos. Los ovinos y caprinos en pastoreo tienen siempre infecciones mixtas. Es decir, un mismo animal puede tener varios géneros de nematodos que viven dentro de sus órganos digestivos (Figura 1). A continuación, se presentan los lugares del tracto digestivo donde se pueden encontrar comúnmente diferentes especies de nematodos.

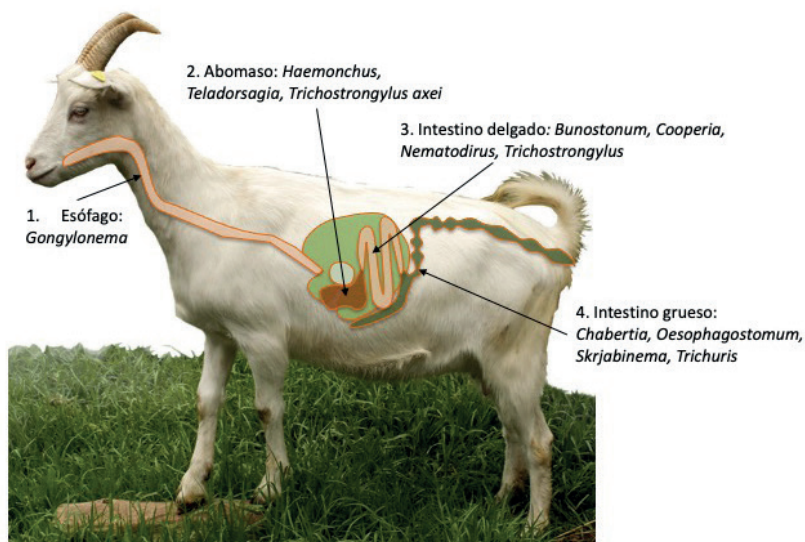


Figura 1. Esquema de localización de diferentes especies de nematodos gastrointestinales en los órganos digestivos de un caprino. Fuente: fotografía tomada por Juan Antonio Figueroa Castillo.

Abomaso o estómago verdadero. La especie de nematodo más común en rebaños de zonas cálidas húmedas o subhúmedas es *Haemonchus contortus* (Cuadro 1).

Cuando son adultos, son fáciles de identificar por su tamaño de 2 a 3 cm de largo, y por tener un color que entrelaza el rojo y el blanco; por lo que se le conoce como gusano de palo de barbería. En los rebaños de zonas templadas se encuentran además de *Haemonchus*, las especies *Trichostrongylus axei* y *Teladorsagia circumcincta*. Estas dos últimas especies son muy pequeñas (máximo 1 cm de largo y

muy delgados); por lo que no son fáciles de encontrar a simple vista. Solamente personal entrenado puede encontrar estos parásitos mediante el lavado cuidadoso del abomaso. Es por esta razón que, generalmente, no se reportan problemas por estos parásitos. Aunque seguramente están en los animales.

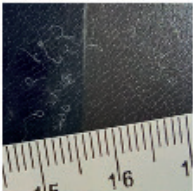
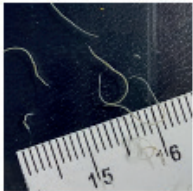
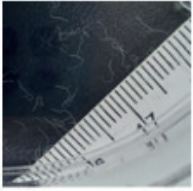
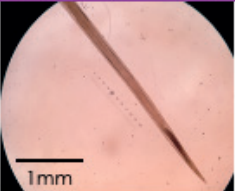
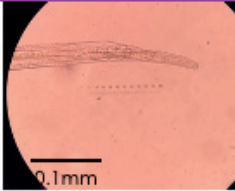
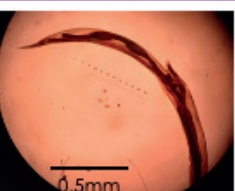
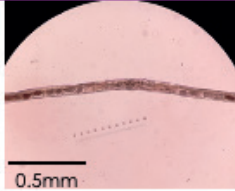
Intestino delgado. Los parásitos presentes en rebaños de zonas cálidas húmedas y subhúmedas son *Trichostrongylus colubriformis* (Cuadro 1) y *Strongyloides papillosus*.

Ambas especies de parásitos son muy pequeñas (máximo 1 cm y muy delgados), por lo que los productores no los encuentran en una necropsia aun cuando existan miles de parásitos. En zonas templadas también se encuentran los géneros *Bunostomum* sp. y *Nematodirus* sp.

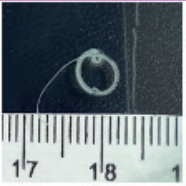
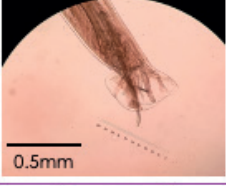
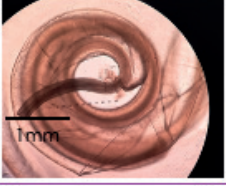
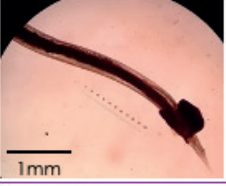
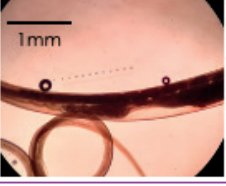
Intestino grueso. Los parásitos presentes en rebaños de zonas cálidas subhúmedas y húmedas son *Oesophagostomum columbianum* y *Trichuris* sp., también llamado gusano látigo (Cuadro 2).

Cuando estos parásitos son adultos resultan fáciles de identificar debido a su tamaño (> 2.5 cm) y de color blanco, por lo que se pueden encontrar en el contenido generalmente color verde oscuro del ciego y colon de los animales. En algunas zonas de México se han reportado la presencia del género *Chabertia* sp.

Cuadro 1. Nematodos adultos que habitan en el abomaso e intestino delgado de los pequeños rumiantes: *Haemonchus contortus* y *Trichostrongylus colubriformis*. Fuente: fotografías tomadas por María Gabriela Mancilla Montelongo.

		<i>Haemonchus contortus</i>	<i>Trichostrongylus colubriformis</i>
Macroscopía	Macho		
	Hembra		
Microscopía	Cabeza		
	Cola con bolsa copuladora Macho		
	Sistema reproductor Hembra		

Cuadro 2. Nematodos adultos que habitan en el intestino grueso de los pequeños rumiantes: *Oesophagostomum columbianum* y *Trichuris ovis*. Fuente: fotografías tomadas por María Gabriela Mancilla Montelongo.

		<i>Oesophagostomum columbianum</i>	<i>Trichuris ovis</i>
Macroscopía	Macho		
	Hembra		
Microscopía	Cabeza		
	Cola con bolsa copuladora Macho		
	Sistema reproductor Hembra		

2.2. ¿Cómo se desarrollan los nematodos en el ambiente?

La mayoría de los nematodos gastrointestinales que afectan a los ovinos y caprinos de México tiene un ciclo de vida similar (Figura 2).

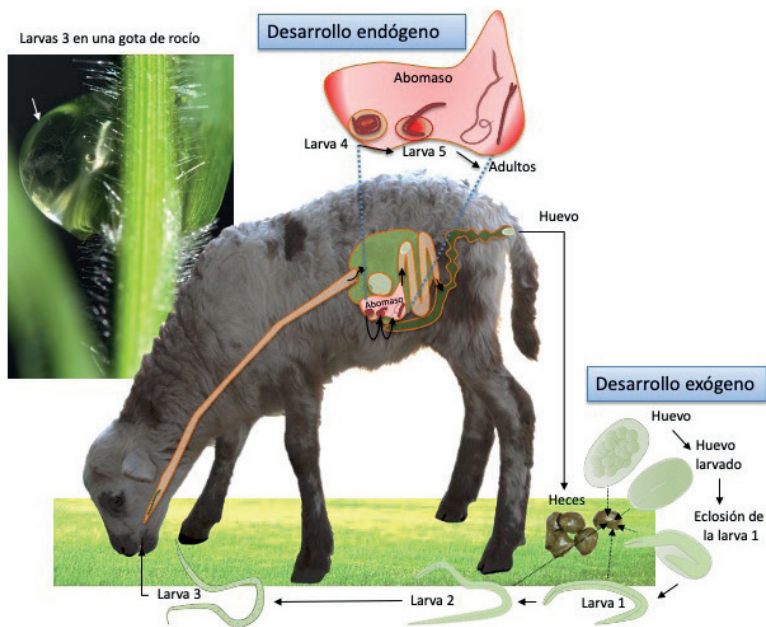


Figura 2. Ciclo de vida de los nematodos gastrointestinales que afectan a los pequeños rumiantes en pastoreo. Fuente: fotografía tomada por Juan Antonio Figueroa Castillo.

Los animales parasitados contaminan la pradera al eliminar huevos en sus heces y se infectan al consumir L3 en arbustivos, herbáceas o pastos.

Las hembras y machos adultos de estos parásitos viven en el interior del tracto digestivo de los pequeños rumiantes. Una vez que los machos fecundan a las hembras, estas comienzan a eliminar una gran cantidad de huevos que son eliminados junto con las heces de los animales, y de esta manera contaminan la pradera.



Fuente: fotografía tomada por Juan Felipe de Jesús Torres Acosta.

Los huevos de los parásitos son muy pequeños midiendo apenas unas micras. Por lo tanto, no pueden ser observados a simple vista. Una vez eliminados los huevos junto con las heces al ambiente, estos encuentran las condiciones adecuadas (particularmente de humedad, temperatura y oxígeno) para que se transformen en una larva llamada larva 1 o L_1 en aproximadamente 24 a 48 horas. Estas se alimenta de microorganismos que habitan en las heces.

Las L_1 continúan con su desarrollo para transformarse en 24 a 48 horas en una larva de segundo estadio de desarrollo llamada larva 2 o L_2 . Esta L_2 vive en las heces y se alimenta también de microorganismos que habitan las heces. En aproximadamente 5 a 7 días, la L_2 se convierte en una larva infectante también conocida como larva 3 o L_3 ; la cual mantiene una cubierta o capa protectora llamada vaina.

El proceso desde que un huevo desarrolla los cambios en su estructura hasta convertirse en una L_3 tarda regularmente entre

5 a 7 días. Este periodo ocurre en la mayoría de los nematodos, exceptuando al género *Nematodirus*; ya que este género, cuando se encuentra en su fase de huevo, desarrolla en su interior desde la L_1 hasta la L_3 dentro de su huevo. Este proceso tarda en llevarse a cabo entre 6 a 10 días, dependiendo de las condiciones climáticas donde están los rebaños. Las L_3 tienen forma cilíndrica y alargada asemejando a

Durante los períodos de sequía, la gran mayoría de los huevos y larvas de los nematodos son destruidos por desecación.

gusanos microscópicos (Figura 3). Las L₃ tienen la capacidad y necesidad de migrar hacia afuera de las heces, gracias a que se pueden mover por el suelo (migración horizontal) y luego pueden subir a la vegetación (migración vertical). Esta migración desde las heces hasta el follaje de las plantas se debe a su afinidad por la humedad y la luz tenue, así como por su necesidad de alejarse del suelo. Las L₃ rechazan la luz intensa, lo que les obliga a buscar esconderse en la sombra cuando hay sol intenso.

Aunque la vaina protectora les permite sobrevivir a la desecación por algunos días, de todas maneras estas L₃ buscan migrar a zonas sombreadas y húmedas como las gotas de rocío, principalmente durante las horas tempranas del día. De esta forma, cuando un animal está pastoreando y consumiendo el forraje, ingiere junto con el pasto las L₃ de forma accidental.

En regiones cálidas húmedas y subhúmedas, las L₃ que no son consumidas por los animales mueren en la pradera aproximadamente un mes después de salir del excremento. Sin embargo, en regiones templadas, las L₃ pueden sobrevivir más tiempo (hasta 4-6 meses), pero pueden morir en los días muy fríos. En la producción de ovinos y caprinos en estabulación se pueden infectar los animales cuando se les alimenta con pasto y hierba recién cortados de praderas, donde los animales pastorean y donde pueden ir un gran número de larvas; o bien, cuando se utilizaron heces de animales como abono.

Cuando los animales ingieren las L₃, estas llegan a su sitio predilecto (abomaso, intestino delgado

Las condiciones climáticas de la época de lluvia son ideales para el desarrollo de las larvas L₃ y, por lo tanto, la infección de los animales.

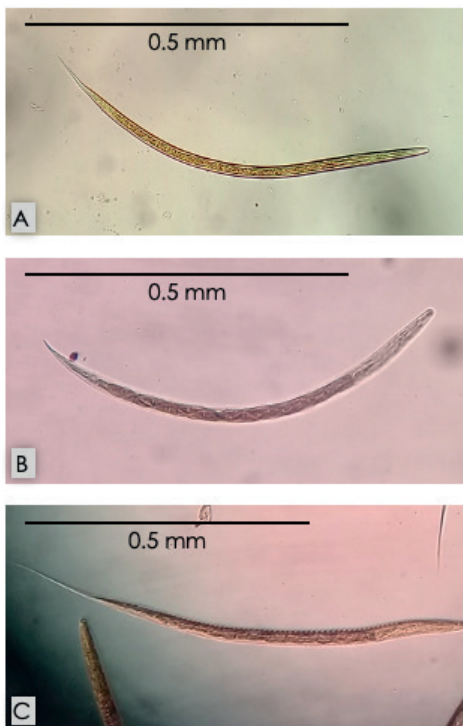


Figura 3. Larvas 3 (L3) de diferentes géneros de nematodos gastrointestinales obtenidas de las heces de animales con parásitos adultos. Observaciones hechas con el objetivo 10x de un microscopio compuesto. Estas larvas salen de las heces para subir a la vegetación y solo son visibles con un microscopio. (A) *Haemonchus contortus*, (B) *Trichostrongylus colubriformis* y (C) *Oesophagostomum columbianum*. Fuente: fotografías tomadas por María Gabriela Mancilla Montelongo.

o grueso) en donde se establecen y penetran la mucosa de la región del tracto digestivo del órgano donde se alojan.

Una vez que las larvas han penetrado la mucosa gástrica o intestinal continúan con su desarrollo hasta convertirse en larva 4 (L4). Durante esta etapa de desarrollo, los nematodos pueden permanecer en la mucosa en un estado de latencia conocido como "hipobiosis", o bien, salir de la mucosa, y dirigirse al lumen del órgano para continuar con su desarrollo evolutivo hasta transformarse en lar-

Durante la época de lluvias, los animales infectados tienen diferentes especies de nematodos en diferentes etapas de vida (L3, L4, L5 y adultos).

va 5 (o L₅) también conocido como estadio juvenil o inmaduro sexualmente. Estas fases poseen ya un dimorfismo sexual (machos y hembras) y una vez que llegan a la madurez sexual, se convierten en parásitos adultos (Figura 4). Los parásitos adultos copulan para reproducirse. Las hembras de estos parásitos producen huevos fértiles durante varios meses. El tiempo que tarda entre el consumo de la L₃ por los animales hasta que estos se convierten en adultos sexualmente maduros varía de 18 a 22 días. Los parásitos adultos pueden vivir por periodos de 3 a 5 meses afectando a los animales. Esto significa que, durante la época de lluvias, los parásitos adultos van a convivir con las L₃, L₄ y L₅ conforme las L₃ van entrando al animal al consumir la hierba infectada cada día.



Figura 4. Diferentes estadios de *Haemonchus contortus*, observados en un microscopio compuesto (10x) de: (A) huevos, (B) larvas 1 (L1), (C) larvas 2 (L2), (D) larvas 3 (L3); y observados a simple vista de: (E) adulto macho y (F) adulto hembra. Se aprecia la diferencia en tamaños. Fuente: fotografías tomada por María Gabriela Mancilla Montelongo.



2.3. ¿Qué favorece la sobrevivencia de los nematodos en el ambiente?

La sobrevivencia de los huevos y larvas L₁, L₂ y L₃ en el ambiente depende de varios factores climáticos (microclima y macroclima) en cada zona geográfica. Los nematodos se presentan con frecuencia en aquellas regiones que, por su altitud sobre el nivel del mar, temperatura, pluviosidad y humedad cuentan con las condiciones favorables para el desarrollo de su ciclo de vida.

Los huevos y larvas de los nematodos gastrointestinales tienen poca resistencia a la desecación y resisten poco las condiciones de sequía. La precipitación por debajo de los 50 mm mensuales resulta en alta mortalidad de huevos L₁ y L₂ en las heces. Sin embargo, las L₃ pueden sobrevivir fuera de las heces por algunos días en estas

condiciones. Como consecuencia, durante los periodos de sequía, la gran mayoría de los huevos y larvas son destruidos por las condiciones de desecación. Por otro lado, en la época de lluvia, cuando llueve frecuentemente y se mantiene una humedad relativa superior al 80%, se favorece la eclosión de huevos y el desarrollo de la larvas. Es en esta época en la que los animales se pueden reinfectar con L₃ de manera constante.

La temperatura ambiental también afecta las actividades de los nematodos, como son la eclosión, movimiento, desarrollo y supervivencia. La mayoría de los nematodos son inactivos a temperaturas bajas entre 5 y 10°C; mientras que la temperatura óptima es entre 15 y 30°C, y se mueren a altas temperaturas (arriba de 50°C). Los huevos y larvas de los géneros *Teladorsagia*, *Ostertagia* y *Nematodirus* están mejor adaptados a climas muy fríos, en tanto que los géneros *Trichostrongylus* y *Cooperia* se han adaptado mejor a climas templados. Por su parte, los géneros *Haemonchus*, *Trichos-*

Solo en época de lluvias se dan las condiciones óptimas para que los huevos se desarrollen hasta larvas infectantes L₃ y contaminen las praderas.

trongylus y *Oesophagostomum* se desarrollan favorablemente en climas cálidos de México.

La presencia de L₃ puede cambiar a lo largo de un día debido a que tienen diferentes tropismos, los cuales determinan su actividad y dispersión en las praderas. Las L₃ tienen fototropismo negativo a la luz fuerte; por lo que migran a la base de la vegetación durante las horas de mayor intensidad de luz solar. Por el contrario, cuando la luz solar es tenue (al amanecer y atardecer) y existe la presencia del rocío, las larvas migran con mayor facilidad hasta la punta de la vegetación. Esta acción es favorecida también por que las L₃ tienen tropismo positivo a la humedad. Aunque las larvas infectantes tien-

Las L₃ del pasto mueren por diferentes causas como la edad, la desecación y el ataque de enemigos naturales.

den a migrar en función de la intensidad de la luz solar y del agua sobre las hojas de la planta, la mayor concentración de L₃ se encuentra entre el nivel del suelo y 10 cm de altura. Durante esta migración, las L₃ están expuestas a enemigos naturales como los nematodos depredadores, hongos nematófagos y escarabajos coprófagos que dispersan las heces y las exponen a las acciones bióticas y abióticas del ambiente (dsecación, efecto de los rayos solares, depredación, etc.).

2.4. ¿Cómo se infectan nuestros animales con estos parásitos?

La infección de los ovinos y caprinos ocurren al momento de alimentarse de forraje cuando consumen las L₃. La primera infección ocurrirá durante el proceso en que los corderos y cabritos empiezan a consumir forrajes en los potreros; y es en ese momento que, junto con las hierbas o pastos, ingieren las L₃. Esa primera infección se le conoce como primoinfección. A partir de ese momento, los ovinos y caprinos se reinfectan constantemente durante toda su vida de pas-

toreo, principalmente en las épocas de lluvias ya que, como se ha mencionado, en la época secas no hay L₃ en la vegetación debido a que mueren desecadas. Existen algunos procesos especiales de infección de algunos nematodos gastrointestinales. Por ejemplo, la infección de *Bunostomum* sp., además de ocurrir por vía oral, también sucede por penetración de las L₃ por la piel (vía cutánea). En el caso de los *Strongyloides* sp. la infección puede ocurrir por vía lactógena o cutánea, aunque esta especie de parásitos es de poca importancia en las granjas.



Fuente: fotografía tomada por Pedro Geraldo González Pech.

3. ¿Qué signos muestran los animales parasitados?

Existen muchas condiciones de manejo y enfermedades que pueden ocasionar los mismos signos que los producidos por los nematodos gastrointestinales.

Cada uno de los géneros de nematodos que afectan a los borregos y cabras puede ocasionar una enfermedad específica (hemoncosis, tricostrongilosis, nematodiosis, etc). Sin embargo, como se mencionó antes, los animales se infectan al mismo tiempo con varias especies de nematodos gastrointestinales. Debido a esto, la enfermedad se conoce como nematodosis gastrointestinal, estrongilosis gastrointestinal, gastroenteritis parasitaria o verminosis gastroentérica.

3.1. ¿Qué signos se pueden observar o distinguir en un animal infectado con parásitos?

Solo los animales muy infectados muestran una combinación de signos que pueden incluir disminución del apetito, mala digestión, diarrea, edema submandibular y anemia (Cuadro 3).

Cuando la cantidad de parásitos es baja, o el animal está bien alimentado, es difícil detectar a simple vista los efectos del parasitismo. Sin embargo, una mayor cantidad de parásitos se va a reflejar en signos más evidentes. En los animales en crecimiento se observará una menor ganancia de peso y en los animales adultos se presentará una disminución de la cantidad y calidad de la carne y leche producida. Conforme se incrementa la cantidad de parásitos en un animal y lleve más tiempo parasitado, los signos se hacen más evidentes, sobre todo cuando los animales reciben una dieta insuficiente o de mala calidad. En esos animales desnutridos y parasitados se puede presentar el edema debajo de la mandíbula (papada), que es un signo

muy grave relacionado con la hipoproteinemia. También se pueden presentar mucosas pálidas, pelo opaco y quebradizo, ojos hundidos y debilidad. Algunos animales pueden presentar diarrea cuando hay infecciones mixtas y esto se acompaña de deshidratación que puede llegar a la muerte de los animales (Figura 5).

Cuadro 3. Principales signos que presentan los ovinos y caprinos cuando tienen muchos parásitos, dependiendo del tipo de nematodo gastrointestinal que les afecta.

Especie de Parásito	Disminución del apetito	Anemia	Consistencia de heces
<i>Bunostomum</i> spp.	No	+++	Diarreica*
<i>Cooperia</i> spp.	+++	+	Diarreica
<i>Haemonchus contortus</i>	No	+++	Normal
<i>Oesophagostomum columbianum</i>	+++	+++	Diarreica
<i>Nematodirus</i> spp.	No	+	Diarreica
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	+++	+	Diarreica
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	+++	+	Diarreica

*En pequeños rumiantes las heces normales tienen forma redondeadas/ esféricas y cualquier cambio de consistencia como heces blandas, pastosas, semilíquidas o líquidas se consideran diarrea.

Desde el punto de vista clínico, el común denominador en las nematodosis gastrointestinales es su carácter insidioso (que empieza de manera poco manifiesta) incluyendo problemas poco evidentes como la pérdida de peso, retraso en el crecimiento y la eliminación casi constante de heces blandas, pastosas, semilíquidas o líquidas (diarrea) (Figura 5A). Los animales jóvenes se retrasan en su desarrollo, pierden peso, tienen pelo hirsuto y están menos activos y más débiles, debido a la disminución del apetito y anemia.



Figura 5. Aspecto de los principales signos clínicos que se aprecian en un animal parasitado (diarrea (A), enflaquecimiento (B), debilidad, edema submandibular (C). La intensidad de los signos depende principalmente del estado general del animal, incluyendo la condición corporal, y la cantidad de parásitos que se han establecido en el tracto digestivo y pueden ir desde leves y moderados, hasta graves que pueden conducir a la muerte del animal.

3.2. ¿Qué daños se pueden encontrar en el cadáver de un animal altamente parasitado?

Entre las afectaciones generales destaca el adelgazamiento generalizado que se observa como pérdida de condición corporal y escasa grasa mesentérica. Sin embargo, cuando las infecciones son agudas, las lesiones están casi exclusivamente circunscritas al lugar de asentamiento de los parásitos (abomaso o intestinos).

Algunos hallazgos visibles a simple vista durante la necropsia de animales con infecciones mixtas de nematodos gastrointestinales puede ser:

i. En el abomaso, los adultos de *Haemonchus* pueden observarse a simple vista (Figura 6, con flechas azules), así como engrosamiento y pequeñas hemorragias difusas (Figura 6A).

ii. En el abomaso (donde se une al intestino), además de *Haemonchus* (Figura 6D, flecha azul), se pueden encontrar otro tipo de parásitos que difícilmente se ven a simple vista como *Teladorsagia* (Figura 6C, en círculo).

iii. El intestino delgado también puede presentar hemorragias ocasionadas por *Cooperia*, aunque estos parásitos no se observan a simple vista porque son microscópicos (Figura 7A).

iv. La pared del intestino delgado puede observarse muy delgada y con abundante moco (Figura 7B).

v. El contenido intestinal puede presentarse líquido, rojizo y con presencia de algunos parásitos (Figura 7C, en círculos).

vi. En el intestino grueso pueden observarse nódulos (Figura 8A) ocasionados por *Oesophagostomum columbianum* (Figura 8B, en círculo). También pueden encontrarse hemorragias en el colon y abundante moco debido a *Chabertia ovina* (Figura 8C).

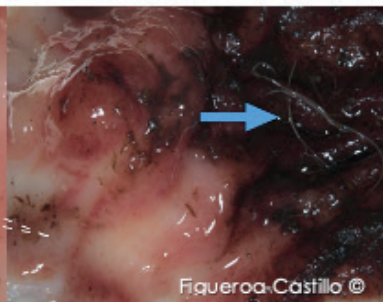
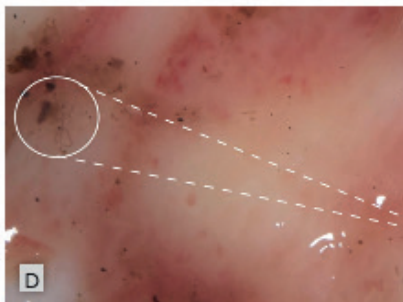
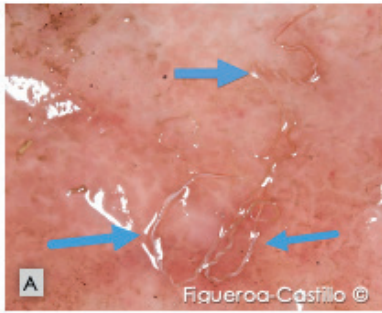


Figura 6. Parásitos adultos localizados en el abomaso: *Haemonchus contortus* indicados con flechas azules en infección leve (A y B) o severa (C). *Teladorsagia circumcincta* es más pequeño (D, dentro del círculo). Fuente: fotografías tomadas por Antonio Figueroa Castillo.

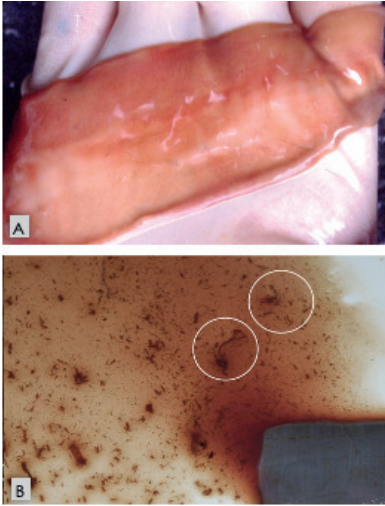


Figura 7. Principales hallazgos observados macroscópicamente en el intestino delgado durante la necropsia ocasionados por algunos nematodos gastrointestinales: (A) Hemorragias en forma de puntos causado por *Cooperia*. Los parásitos no se observan a simple vista porque son microscópicos. (B) Contenido intestinal líquido y rojizo, con presencia de algunos parásitos (en círculos). Fuente: fotografías tomadas por Antonio Figueroa Castillo.

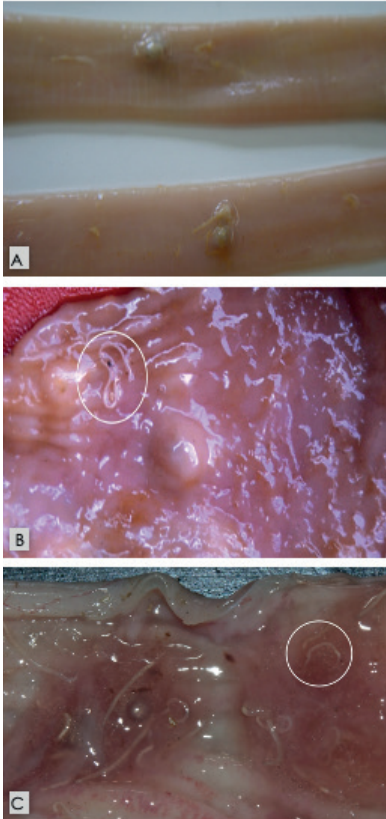


Figura 8. Principales hallazgos observados macroscópicamente en el intestino grueso durante la necropsia. Lesiones nodulares ocasionados por *Oesophagostomum columbianum* (A y B). Presencia de adultos de *O. columbianum* (B, en círculo) y de *Chabertia ovina* (C, en círculo). Fuente: fotografías tomadas por Antonio Figueroa Castillo.

4. ¿Cómo puedo saber si mis animales están muy parasitados?

Trabajos realizados en México muestran que menos del 30% de los animales tienen alta carga parasitaria.

Los estudios realizados en diferentes rebaños de ovinos y caprinos en México muestran que la mayoría de los animales en pastoreo del rebaño (70% a 80%) tienen muy pocos parásitos; mientras que, solo algunos animales son los que tienen muchos parásitos (menos del 30% del hato)

y solo esos pocos animales pueden tener problemas por nematodos gastrointestinales. Como ya se mencionó, las parasitosis pueden ocasionar uno o varios de los siguientes signos: baja ganancia de peso, animales flacos (baja condición corporal), animales débiles y anémicos (con mucosas pálidas), pelo áspero y sin brillo, con edemas bajo la mandíbula y bajo su abdomen, con diarrea leve o abundante. Sin embargo, muchos de esos signos de parasitosis se presentan también en animales mal alimentados que no reciben suficiente comida diariamente. Los edemas y la diarrea pudieran ser los únicos signos más relacionados con las infecciones por nematodos gastrointestinales.



Fuente: fotografía tomada por María Gabriela Mancilla Montelongo.

Desafortunadamente en muchos casos los productores atribuyen a los parásitos gastrointestinales muchos de los problemas en sus rebaños, cuando estos se deben realmente a problemas de mala nutrición. Por esta razón es importante usar criterios simples para ayudar a confirmar cuando un animal tiene problemas de parásitos.

4.1. ¿Qué pruebas de campo me ayudan a identificar animales que pueden estar muy parasitados?

Existen varias pruebas de campo que pueden ayudarnos a identificar qué animales pudieran tener cantidades elevadas de nematodos gastrointestinales en su estómago e intestinos. Las técnicas de campo más útiles son las siguientes:



Fuente: fotografía tomada por Juan Felipe de Jesús Torres Acosta.

En los animales en crecimiento, la baja ganancia de peso puede sugerir que el animal está muy parasitado.

i. Ganancia de peso. Durante la etapa de crecimiento, la baja ganancia de peso puede ayudar a encontrar animales de pastoreo que pudieran tener problemas de parásitos. La ganancia de peso va a depender de la especie, la raza y la alimentación que reciban los animales. Sin embargo, se ha confir-

mado que los animales más débiles y con menor ganancia de peso en un lote de corderos o cabritos en crecimiento pudieran ser los que tienen más parásitos. En estos animales se deben tomar muestras de heces (5 g) de cada animal, para llevar a un laboratorio de diagnóstico animal de confianza, y pedir que se realice una prueba para el conteo de huevos de parásitos como se menciona posteriormente. Esto se hace para confirmar la presencia de parásitos y para no desparasitar de manera innecesaria.

ii. Condición corporal. Esta es una herramienta que puede servir para identificar animales adultos en pastoreo con altas cargas de parásitos. Esta escala se ha desarrollado para diferentes especies de ganado. En general, las escalas en ovinos y caprinos van desde 1 (muy flaco, con poco músculo y grasa) y suben de número conforme mejora la cantidad de músculo y grasa hasta llegar al número más alto; que es cuando el animal tiene exceso de grasa corporal (en algunas escalas el valor máximo es 4.5 y en otras 5) (Figura 9).

Menos de la mitad de los animales considerados "flacos" tienen alta carga de nematodos gastrointestinales.

Aunque la condición corporal es útil para saber cuándo un animal tiene mala alimentación, los ovinos y caprinos adultos con una condición igual o menor a 2 tienen más probabilidad de tener muchos parásitos. Sin embargo, menos de la mitad de los animales considerados "flacos" tienen abundantes parásitos. Para evitar desperdiciar

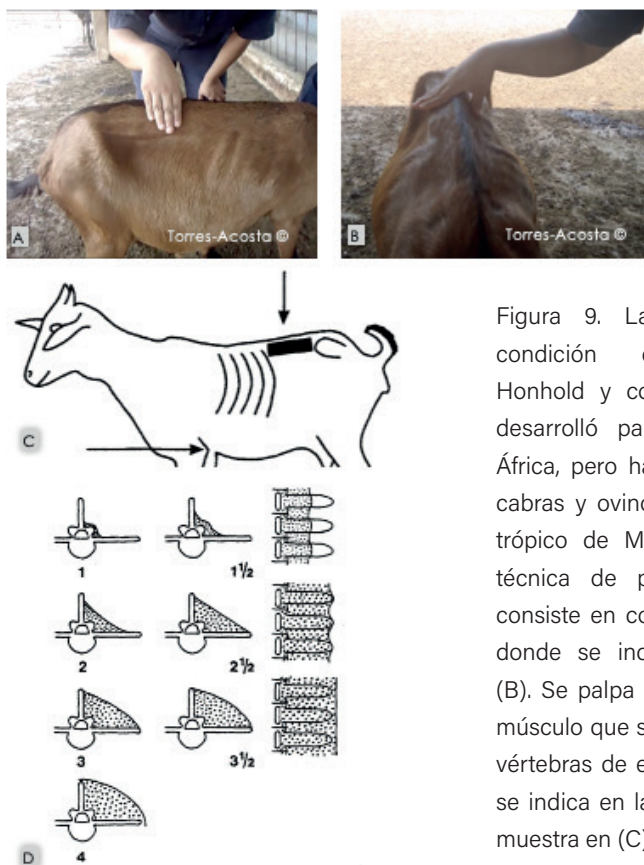


Figura 9. La técnica de condición corporal de Honhold y col. (1989)¹ se desarrolló para cabras en África, pero ha servido para cabras y ovinos de pelo del trópico de México. Es una técnica de palpación que consiste en colocar la mano donde se indica en (A) y (B). Se palpa la cantidad de músculo que se siente en las vértebras de esa zona como se indica en la figura A y se muestra en (C) y (D).

¹ Honhold, N., Petit, H. y Halliwell, R.W. (1989). Condition scoring scheme for Small East African goats in Zimbabwe. *Tropical Animal Health and Production*. 21, 121-127.

antihelmínticos, se puede tomar muestras de heces (5 g) de estos animales flacos para llevar a un laboratorio y pedir que se realice el conteo de huevos de nematodos gastrointestinales.

iii. FAMACHA®. El nombre de FAMACHA® viene del acrónimo que incluye el nombre de su creador Fafa Malan (Chart). Sirve para estimar un parámetro de campo del grado de anemia de los ovinos o caprinos, basándose únicamente en la coloración de la mucosa del párpado inferior (ver Figura 10).



Figura 10. Uso correcto de técnica de FAMACHA® incluyendo:(A) la apertura correcta de los párpados de un caprino con FAMACHA® 4 (B) y un ovino con FAMACHA® 2 (C) de acuerdo con el color de la mucosa palpebral.

Fuente: fotografías tomadas por Juan Felipe de Jesús Torres Acosta.



La calificación 1 corresponde a una mucosa color rojo intenso; el número en la escala baja conforme palidece el color de la mucosa, llegando a 5 en las mucosas blancas. Los animales con calificación FAMACHA® 4 y 5 son los que pudieran tener más parásitos. Sin embargo, en México se ha visto que muchos animales con FAMACHA® 4 o 5 no tienen altas cargas de parásitos. Es por esto por lo que se recomienda que estos animales sean los elegidos para tomar una muestra de heces directamente del recto (5 g) para llevar al laboratorio y pedir el conteo de huevos de parásitos.

iv. Edema submandibular y diarrea.

Cuando los animales en pastoreo presentan edema debajo de la mandíbula o diarrea puede ser signo de elevada carga de parásitos (ver Figura 5). En estos animales también se recomienda tomar una muestra de heces (5 g) del recto para llevar a un laboratorio y confirmar que tienen un elevado número de huevos de parásitos.



Fuente: fotografía tomada por García Ceballos.

4.2. ¿Qué pruebas de laboratorio sirven para conocer la cantidad de parásitos en los animales? ¿Cómo interpreto estas pruebas?

4.2.1. Muestras de heces para análisis de laboratorio

Como se mencionó antes, para confirmar qué animales están muy parasitados se deben obtener muestras de excremento (5 g) del recto de cada animal que parece afectado por los parásitos (Figura 11). Estas muestras deben obtenerse con una bolsa de plástico nueva por cada animal y llevar a un laboratorio lo antes posible (de preferencia en menos de 4 horas) para que se procesen antes de



Figura 11. Obtención de muestra de heces para análisis: (A) Usar una bolsa nueva y limpia; (B) tomar muestra directo del recto; (C) obtener 5 g de muestra; y quitar el aire entre los pellets; (D) identificar con el número del animal; (E) en el laboratorio, solicitar el uso de la técnica de McMaster para el conteo de huevos en heces. Fuente: fotografía tomada por Juan Felipe de Jesús Torres Acosta.

Se sugiere tomar muestras fecales solo en animales con baja ganancia de peso, con baja condición corporal o con FAMACHA® pálida.



Fuente: fotografía tomada por María Gabriela Mancilla Montelongo.

las 24 horas de ser obtenidas. En el laboratorio hay que solicitar que se realice de cada muestra individual el conteo de huevos de nematodos gastrointestinales con la técnica llamada McMaster.

Debido a que esta prueba tiene un costo para el productor, que varía dependiendo del laboratorio, sugerimos solo tomar muestras de aquellos animales que presenten alguno de los signos mencionados anteriormente (animales en crecimiento con baja ganancia de peso y adultos con baja condición corporal o FAMACHA® pálida). En el resultado de una muestra de heces pueden incluir diferentes huevos de parásitos.

El resultado de los nematodos gastrointestinales puede aparecer con el nombre de "huevos del orden Strongylida" o "huevos de nematodos gastrointestinales". Junto a ese nombre aparecerá la cantidad de huevos por gramo de heces o "HPG" (desde 0 hasta varios miles de huevos por gramo de heces). Cuando se trate de una muestra de heces de un animal con signos como baja ganancia de peso o baja condición corporal o FAMACHA® pálida, se puede sugerir lo siguiente:

i. Una elevada cantidad de HPG indica que ese animal tiene altas cargas parasitarias y puede beneficiarse de un tratamiento antiparasitario.

ii. El resultado de un conteo de huevos es válido solo para el animal de donde se obtuvo la muestra, y no indica que otros animales del mismo lote o rebaño estén muy parasitados o necesiten desparasitación. Por eso se debe procesar una muestra de heces por cada animal que presente signos de baja ganancia de peso o de baja condición corporal o FAMACHA® pálida.

En los ovinos y caprinos de pastoreo, la cantidad de huevos de nematodos en heces (HPG) se asocia con su cantidad de parásitos adul-

tos en abomaso e intestino. Por lo tanto, cuando el conteo de HPG en heces de un animal es de **0 a 500 HPG** significa que tiene baja cantidad de nematodos; de **550 a 950 HPG** significa que tiene una cantidad moderada de nematodos; de **1,000 a 3,000 HPG** sugiere que tiene una alta cantidad de nematodos y más de **3,000 HPG** es una carga excesiva.

Posteriormente, se va a describir un proceso práctico para obtener muestras de heces de forma mensual para hacer la desparasitación selectiva dirigida solo de los animales que realmente lo necesitan para evitar pérdidas y muertes por nematodos gastrointestinales.

Una elevada cantidad de huevos por gramos de heces con la técnica de McMaster indica que ese animal tiene elevada carga de nematodos gastrointestinales.

4.2.2. Muestras de sangre para determinación de volumen celular aglomerado (VCA)

El hematocrito es una técnica de laboratorio que se utiliza para determinar el VCA en la sangre de los animales. Para esto se requiere que el MVZ o el técnico obtenga una muestra de sangre de la vena yugular del animal mediante una aguja conectada a un tubo de ensayo con anticoagulante (Figura 12). El tubo de ensayo se debe mover cuidadosamente sin agitarlo para que la sangre se impregne al anticoagulante del tubo. Esta muestra se puede guardar en una

hielera o nevera con refrigerante si la muestra tardará más de 4 horas para ser procesada. La muestra se entrega al laboratorio para que le determinen el VCA mediante la técnica de hematocrito. Esta prueba no indica cuántos parásitos tiene un animal, pero sirve como auxiliar para identificar qué animales tienen signos de anemia y por lo tanto pudieran tener muchos parásitos.

i. Un VCA menor a 21% pudiera ser un signo de que un animal está anémico, y una posible causa de la anemia son los nematodos gastrointestinales.

ii. Un VCA normal va de 21% a 40%. Estos animales no están anémicos.

iii. Al igual que la baja ganancia de peso, pobre condición corporal, FAMACHA® pálida o un VCA menor a 21%, solo sugieren que un animal pudiera tener parásitos. A estos animales se les puede tomar una muestra de heces (5 g) para realizar la prueba de McMaster.



Fuente: fotografía tomada por María Gabriela Mancilla Montelongo.

Un valor inferior a 21% de volumen celular aglomerado (VCA) sugiere que un animal está anémico, y pudiera estar parasitado.



Figura 12. Técnica de hematocrito para identificar animales anémicos obteniendo la muestra de sangre con *Vacutainer*®: (A) se coloca en posición aguja, camisa y tubo *Vacutainer*® y (B) se sujeta hasta obtener el volumen necesario. En el laboratorio, (C) los tubos se homogeneizan, (D) se obtiene la muestra con un capilar, y (E) se centrifugan para determinar el porcentaje del volumen que ocupan los glóbulos rojos (VCA): un porcentaje bajo (< 21%) sugiere anemia. Fuente: fotografía tomada por Juan Felipe de Jesús Torres Acosta.

5. ¿Cómo usar los antihelmínticos para el control de los nematodos gastrointestinales en mi rebaño?

5.1. ¿Cómo decido cuáles animales se deben desparasitar y cuáles no?

La identificación correcta de los animales afectados por parásitos permitirá al productor aplicar tratamientos solo a los animales que realmente lo necesitan.

En el pasado, se hicieron recomendaciones técnicas erróneas que han ocasionado la aparición de poblaciones de nematodos gastrointestinales resistentes a los antihelmínticos en la mayoría de las granjas de ovinos y caprinos. Los parásitos resistentes no mueren cuando el animal recibe la dosis correcta de un antihelmíntico, es decir, ya no funcionan. Esto representa un grave problema para los productores ya que no pueden curar a los animales

que tienen cantidades elevadas de nematodos gastrointestinales, y tampoco pueden evitar las pérdidas en la producción o muerte causadas por estos parásitos. Como veremos después, no es rentable desparasitar regularmente a todos los animales del rebaño, pues ese manejo genera parásitos resistentes a los antihelmínticos. También es en vano usar esquemas de desparasitación que pretendan mantener a los animales libres de parásitos, pues también seleccionan rápidamente la resistencia a los antihelmínticos. La base para evitar la aparición de parásitos resistentes a los antihelmínticos consiste en evitar su uso excesivo.

Los productores deben usar los métodos de diagnóstico descritos en la sección anterior para identificar qué animales pudieran estar sufriendo de efectos negativos de los nematodos gastrointestinales sobre la producción y salud. También deben usar esos criterios para

El esquema de desparasitación selectiva dirigida, o "DSD", busca minimizar el uso de antihelmínticos pero sin permitir daños sobre la producción y en la salud de borregos y cabras.



Fuente: fotografía tomada por María Gabriela Mancilla Montelongo.

desparasitar solamente a los animales que realmente están afectados, dejando a todos los demás animales sin tratamiento. Esto significa que los productores deben usar un esquema de desparasitación selectiva dirigida (DSD). Este esquema busca minimizar el uso de antihelmínticos pero sin permitir daños sobre la producción y en la salud de borregos y cabras. La DSD consiste en buscar a aquellos animales mediante muestreos mensuales que, por sus signos y por la cantidad de huevos de nematodos ductores, deben usar un esquema de desparasitación selectiva dirigida (DSD). Este esquema busca minimizar el uso de antihelmínticos pero sin permitir daños sobre la producción y en la salud de borregos y cabras. La DSD consiste en buscar a aquellos animales mediante muestreos mensuales que, por sus signos y por la cantidad de huevos de nematodos gastrointestinales en heces, requieren ser desparasitados como se describe en la Figura 13. Al aplicar mensualmente el esquema de DSD se logra vigilar a los animales en todas las etapas fisiológicas (gestantes, lactantes, etc.), y en cualquier época o mes del año.

La Figura 13 indica un valor de corte de 1,000 HPG, y esta cantidad

de huevos definida se basa en trabajos realizados con ovinos y caprinos de zonas tropicales en México (Torres-Acosta y col., 2014²; Medina-Pérez y col., 2015³; Soto-Barrientos y col., 2019⁴), y se han aplicado con éxito en rebaños de Campeche, Chiapas, Tabasco, Tamaulipas y Yucatán.

En trabajos realizados en rebaños de ovinos y caprinos de México y Brasil se encontró que una muy baja proporción de animales requieren tratamiento contra nematodos gastrointestinales en cada mes del año. También se reporta que la gran mayoría de los



Figura 13. Árbol de decisión que combina el esquema desparasitación selectiva dirigida para ovejas o cabras adultas con los criterios en cada paso para determinar cuándo tratar a un animal con un producto antihelmíntico. (HPG = huevos por gramo de heces con la técnica McMaster con el apoyo de un laboratorio).

² Ver en Literatura recomendada

³ Medina-Pérez, P., Ojeda-Robertos, N.F., Reyes-García, M.E., Cámara-Sarmiento, R. y Torres-Acosta, J.F.J. (2015). Evaluation of a targeted selective treatment scheme to control gastrointestinal nematodes of hair sheep under hot humid tropical conditions. *Small Ruminant Research*, 127, 86–91.

⁴ Soto-Barrientos, N., Chan-Pérez, J.I., España-España, E., Novelo-Chi, L.K., Palma-Ávila, I., Ceballos-Mendoza, A.C., Sarabia-Hernández, J.A., Santos-Ricalde, R.H., Cámara-Sarmiento, R. y Torres-Acosta, J.F.J. (2018). Comparing body condition score and FAMACHA® to identify hair-sheep ewes with high faecal egg counts of gastrointestinal nematodes in farms under hot tropical conditions. *Small Ruminant Research*, 167, 92-99.

animales no reciben ningún tratamiento a lo largo del año, dejando a más del 80% de los animales sin recibir tratamiento cada mes. Este manejo permitirá retardar la emergencia de nematodos gastrointestinales resistentes y obtener un ahorro en los gastos por la compra de antihelmínticos.

Además de la DSD, los productores pueden desparasitar a los animales que tengan diarrea o edema bajo la mandíbula (papada) (ver Figura 5), sobre todo si estos animales también tienen FAMA-CHA© pálida (4 o 5) o condición corporal baja (menor de 2). Estos animales deben recibir su desparasitación aún sin necesidad de colectar la muestra de heces para el laboratorio.

5.2. ¿Qué medicamentos hay en México para matar a los nematodos gastrointestinales que afectan a mis animales?

Las familias de antihelmínticos veterinarios autorizados y disponibles en México para controlar a los nematodos gastrointestinales de ovinos y caprinos incluyen tres familias químicas de amplio espectro (bencimidazoles, imidazotiazoles y lactonas macrocíclicas) (Cuadro 4).

Se conocen como antihelmínticos de amplio espectro debido a que pueden matar a varias especies de nematodos gastrointestinales que afectan a los rumiantes. También existen tres familias de antihelmínticos de espectro limitado (fenoles, salicilanilidas y organofosforados) que solo afectan a *Haemonchus contortus*; que es el gusano del abomaso, como se mencionó antes.

Estos medicamentos veterinarios se deben usar contra los nematodos gastrointestinales de ovinos y caprinos mediante un esquema de DSD. Se debe tener cuidado de dosificarlos correctamente de acuerdo con los siguientes pasos:

i. PESAR a los animales antes de alimentarlos o de salir a pastorear en las praderas (Figura 14A).

ii. LEER cuidadosamente la concentración, principios activos y familia del producto que se indica en la sección de composición o fór-

Cuadro 4. Listado de familias químicas de antihelmínticos de espectro amplio y reducido, así como los diferentes principios activos usados para el control de nematodos gastrointestinales.

Espectro Amplio (eliminan a todas las especies de nematodos gastrointestinales de rumiantes)		
BENCIMIDAZOLES	IMIDAZOTIAZOLES	LACTONAS MACROCÍCLICAS
Albendazol, Fenbendazol, Oxfendazol, Sulfóxido de albendazol (ricobendazol). Febantel*	Clorhidrato de levamisol, Levamisol, Fosfato de L-tetramisol, Clorhidrato de L- levamisol.	Ivermectina, Abamectina, Doramectina, Moxidectina, Eprinomectina.
Espectro Reducido (Solo afecta a <i>Haemonchus contortus</i>)		
FENOLES	SALICILANILIDAS	COMPUESTOS ORGANOFOSFORADOS
Disofenol Nitroxinil	Closantel	Cumafós

*Pro-bencimidazol

mula que vienen descritas en las etiquetas de los medicamentos y en sus empaques.

iii. APLICAR las dosis correctas de los principios activos que contienen los medicamentos y que causarán la muerte de los nematodos gastrointestinales (ver dosis en Cuadro 5) (Figura 14B y C).

Aspectos importantes acerca del uso de los antihelmínticos:

i. Reacciones adversas: En algunas ocasiones los animales pueden presentar efectos adversos, aun cuando se usen las dosis recomendadas. Es-

La dosis de los antihelmínticos contra los nematodos gastrointestinales es diferente para ovinos y caprinos.

tos efectos adversos son el resultado de una reacción alérgica que puede ser leve o muy grave. Si usted usó la dosis correcta y el producto es nuevo, se debe reportar esta reacción a las autoridades de



Figura 14. Pasos para desparasitar correctamente a un animal: (A) pesarlo individualmente, (B) seguir las instrucciones de la etiqueta, como remover en un recipiente aparte, y aplicar los mililitros correspondientes medidos con una jeringa sin aguja para un antihelmíntico oral, o (C) inyectar levantando la piel en forma de triángulo si se trata de una inyección subcutánea.

Fuente: fotografías tomadas por Juan Felipe de Jesús Torres Acosta.

Cuadro 5. Dosis correctas de los antihelmínticos autorizados y disponibles en México para borregos y cabras.

Borregos		Cabras	
Familia química	Dosis correcta	Familia química	Dosis correcta
Bencimidazoles		Bencimidazoles	
Albendazol. Fenbendazol. Oxfendazol.	5 mg/kg	Albendazol. Fenbendazol. Oxfendazol.	10 mg/kg
Sulfóxido de albendazol (Ricobendazol).	3.7 mg/kg	Sulfóxido de albendazol (Ricobendazol).	
Imidazotiazoles		Imidazotiazoles	
Levamisol. Clorhidrato de levamisol. Clorhidrato de L-levamisol. Clorhidrato de (-)-tetramisol.	7.5 mg/kg	Levamisol. Clorhidrato de levamisol. Clorhidrato de L-levamisol. Clorhidrato de (-)-tetramisol.	12 mg/kg
Lactonas Macrocíclicas		Lactonas Macrocíclicas*	
Ivermectina. Doramectina. Moxidectina.	0.2 mg/kg	Ivermectina. Doramectina. Moxidectina.	0.4 mg/kg
Salicilanilidas		Salicilanilidas	
Closantel (oral)	10 mg/kg	Closantel (oral)	10 mg/kg
Closantel (subcutáneo)	5 mg/kg	Closantel (subcutáneo)	5 mg/kg

*Dosis recomendada por el Consorcio Americano para el Control de Parásitos en Pequeños Ruminantes (www.wormx.info) de Estados Unidos de América.

salud animal de su localidad. Productos como el closantel, la ivermectina y el levamisol pueden ocasionar dolor intenso cuando se utilizan de forma inyectable.

ii. No usar productos caducos o apócrifos: Se debe evitar aplicar medicamentos caducos y productos que no estén autorizados por las autoridades federales de salud animal. Evite comprar o usar medicamentos sin etiqueta, que no estén sellados ni en su envase original, sin registro, sin número de lote y fecha de fabricación y caducidad.

iii. No usar productos almacenados indebidamente: Se debe evitar usar productos abiertos que estén expuestos al sol o en lugares muy húmedos o sucios. Tampoco se recomienda usar productos inyectables que tengan el sello de goma en mal estado o que tengan objetos desconocidos flotando en su interior.

iv. Cuidados especiales para imidazotiazoles inyectables: Los imidazotiazoles se aplican vía subcutánea (Figura 14C). Es importante inyectar los productos con levamisol por vía subcutánea en ovejas y cabras debido a que la aplicación intramuscularmente de ese medicamento puede ocasionar intoxicaciones.

v. Cuidados especiales para bencimidazoles inyectables: De la familia química de los bencimidazoles, el ricobendazol inyectable se debe usar por vía subcutánea.

vi. Cuidados especiales para bencimidazoles orales: Los bencimidazoles que vienen en suspensión se usan por vía oral y deben administrarse a los borregos y cabras después de mantenerlos sin alimento por al menos 16 horas. Los frascos que contienen bencimidazoles orales deben agitarse cuidadosamente por al menos 3 minutos antes de ser vertidos en un vaso de donde se obtendrán las dosis para aplicar con jeringa. La dosis de antihelmínticos se aplica en forma oral como se muestra en la Figura 14B. Tras aplicar una dosis oral, la jeringa se debe secar con una servilleta de papel antes de obtener una siguiente dosis del vaso. También se muestra que la siguiente dosis para un nuevo animal se debe obtener agitando el producto delicadamente con la misma jeringa.

vii. Cuidados especiales para lactonas macrocíclicas: Se recomienda utilizar guantes de látex desechables para manipular cualquier producto de la familia de las lactonas macrocíclicas para evitar que la persona que aplica el producto se impregne del mismo.

viii. Procedimiento correcto para la dosificación de los antihelmínticos: Para conocer cuánto medicamento se debe administrar a cada borrega o cabra, primero se debe leer la etiqueta del medicamento y se debe encontrar cuantos miligramos por mililitro (mg/mL) de principio activo contiene. Esto es importante porque la concentración cambia entre diferentes marcas comerciales.

El cálculo de la dosis a administrar se debe realizar como sigue:

Ejemplo 1: Desparasitar una borrega de 29 kg de peso. Un antihelmíntico comercial dice en la etiqueta que contiene 120 mg de levamisol por cada mL. Entonces calculamos de acuerdo con la siguiente fórmula:

La concentración de los desparasitantes cambia entre diferentes marcas comerciales. Es necesario calcular la dosis por animal dependiendo del producto.

$$\text{Cantidad a dosificar} = \frac{(\text{Peso vivo} \times \text{dosis correcta del antihelmíntico para ovinos})}{\text{mg/mL de principio activo en el frasco}}$$

Se sustituyen los valores en la fórmula, incluyendo la dosis correcta de ovinos (Cuadro 5) y la cantidad de miligramos por mililitro (mg/mL) del principio activo del antihelmíntico a usar:

$$\text{Cantidad a dosificar} = \frac{(29 \text{ kg} \times 7.5 \text{ mg})}{120 \text{ mg/mL}} = 1.81 \text{ mL}$$

Para una borrega de 29 kg debemos administrarle 1.81 mL del antihelmíntico.

Ejemplo 2: Desparasitar una cabra de 29 kg de peso. Un antihelmíntico comercial dice en la etiqueta que contiene 120 mg de levamisol por cada mL. Entonces calculamos de acuerdo con la misma fórmula:

$$\text{Cantidad a dosificar} = \frac{(\text{Peso vivo} \times \text{dosis correcta del antihelmíntico para cabras})}{\text{mg/mL de principio activo en el frasco}}$$

Se sustituyen los valores en la fórmula, incluyendo la dosis correcta de cabras (Cuadro 5) y la cantidad de miligramos por mililitro (mg/mL) del principio activo del antihelmíntico a usar:

$$\text{Cantidad a dosificar} = \frac{(29 \text{ kg} \times 12 \text{ mg})}{\text{antihelmíntico.}} = 2.9 \text{ mL}$$

Para una cabra de 29 kg debemos administrarle 2.9 mL del antihelmíntico. Aun pesando a los animales y calculado la dosis correcta a aplicar en ovejas y cabras, se debe tener cuidado al aplicar el antihelmíntico. Se debe utilizar el instrumento de dosificación de forma correcta, por la vía de administración correcta, con un instrumento bien calibrado, sin defectos o contaminaciones (jeringa o aplicador oral).

5.3. ¿Cómo elegir el medicamento veterinario para desparasitar a mis animales?



Fuente: fotografías tomada por Juan Felipe de Jesús Torres Acosta.

El antihelmíntico que se utilice para el tratamiento de animales parasitados en una granja debe ser eficaz contra los parásitos de la granja o rancho. Hasta hace algunos años era suficiente con buscar los productos de las diferentes familias de antiparasitarios en algún libro, manual técnico o en una farmacia veterinaria y encontrar qué parásitos se podían eliminar con esas familias de antihelmínticos. En la actualidad, la presencia de nematodos gastrointestinales resistentes a los antihelmínticos ha forzado un cambio radical en la forma en la que escogemos estos antihelmínticos para las granjas. Esto se debe a que un gran número

de granjas de ovinos y caprinos tienen parásitos resistentes a una o más familias de antihelmínticos.

Debido al problema de nematodos gastrointestinales resistentes se debe confirmar en cada granja qué familia química de antihelmínticos sirven (son eficaces) y qué familia o familias ya no sirven, debido a que en la granja se tienen parásitos resistentes a estos medicamentos. Para este servicio se debe pedir el apoyo de algún Médico Veterinario Zootecnista entrenado para la realización de la prueba de reducción de huevos en heces. Esta prueba es la única de campo que existe en la actualidad.

Es muy importante que los productores lleven un registro muy preciso de los productos antihelmínticos que han usado en cada año que tenga la granja. Esto pudiera dar una idea de qué productos pudieran ya presentar poblaciones de nematodos gastrointestinales resistentes a las diferentes familias químicas de antihelmínticos.

La elección del antihelmíntico a usar en una granja pudiera tener diferentes escenarios:

- **Granjas con resistencia a una familia química de antihelmíntico de amplio espectro:** En algunas granjas ya hay poblaciones resistentes a una familia de antihelmíntico. Eso significa que todos los principios activos de esa familia deben dejar de usarse. Por lo tanto es importante que el productor sepa

qué productos pertenecen a cada familia (ver Cuadro 3). En este tipo de granja se pueden usar las otras dos familias de antihelmínticos pero se sugiere usar un esquema de DSD.

- **Granjas con resistencia a dos familias de antihelmínticos de amplio espectro:** En este tipo de granjas donde ya no fun-

El productor debe solicitar apoyo para hacer pruebas de resistencia antihelmíntica en los parásitos de sus animales para saber qué producto funciona en su granja.

cionan dos familias de antihelmínticos es necesario dejar de usar todos los principios activos de las dos familias. Esto quiere decir que el productor solo podrá usar los antihelmínticos de una sola familia o algún producto de espectro limitado como el closantel. Estos productos antihelmínticos deben usarse siempre utilizando un esquema de DSD.

- **Granjas con resistencia a las tres familias de antihelmínticos de amplio espectro:** En estas granjas sólo queda intentar usar una combinación de antihelmínticos de dos familias de antihelmínticos. Esto quiere decir, usar un bencimidazol en su dosis y vía correcta, más una lactona macrocíclica en su dosis y vía correcta. De la misma manera, se puede usar un bencimidazol con un levamisol o un levamisol con una lactona macrocíclica. Esta combinación de dos productos antihelmínticos debe usarse siempre en un esquema de DSD.

- **Granjas con resistencia a las tres familias de antihelmínticos de amplio espectro y a todo tipo de combinaciones:** En estas granjas solo queda utilizar antihelmínticos de espectro limitado, como el closantel, siempre en un esquema de DSD. Este tipo de resistencia múltiple ya es una realidad en granjas de varios países de América y Asia.

Hay granjas que tienen parásitos resistentes a una, dos o a las tres familias químicas de antihelmínticos disponibles en México. Para cada caso será necesaria una estrategia distinta.

5.4. ¿Cómo se almacenan y conservan los antihelmínticos en la granja?

Todos los medicamentos y antihelmínticos de uso veterinario deben almacenarse de manera correcta, según las instrucciones escritas en la etiqueta. Se deben mantener en gabinetes donde la temperatura no sea excesiva, y se puedan conservar frescos y secos. También se debe evitar la exposición a la luz intensa. Siempre hay que mantener los antihelmínticos en sitios protegidos donde solo tenga acceso la persona encargada y capacitada para usar y manejar los antihelmínticos. Se recomienda apuntar en una libreta las fechas en que se abren los frascos y se usan.

Los antihelmínticos se deben mantener fuera del alcance de los niños, y se deben almacenar en un sitio aparte de plaguicidas y fertilizantes. Nunca se deben almacenar los antihelmínticos en lugares donde se conservan comestibles o se trabaja con ellos (refrigerador, despensa, cocina, etc.), pues tanto los niños como los adultos podrían fácilmente confundirlos con algo comestible. También hay que evitar guardar antihelmínticos donde se

conservan medicamentos para los seres humanos; por ejemplo en el botiquín doméstico (Figura 15A y B). Un almacenamiento deficiente que puede llevar a desperdicios, fallas de eficacia, y favorece errores humanos que lleven a intoxicaciones y problemas de salud (Figura 15B).

**Mantener los
antihelmínticos
en un lugar
fresco, seco y sin
exposición directa
al sol.**

¿CÓMO USAR LOS ANTIHELMÍNTICOS PARA EL CONTROL DE LOS NEMATODOS
GASTROINTESTINALES EN MI REBAÑO?



Figura 15. (A) Almacén de productos veterinarios correctamente implementado y rotulado. (B) Almacén de productos veterinarios mal implementado. Fuente: fotografía tomada por Salvador Neri Orantes.

Una vez que se abra y use un frasco de antihelmíntico en la granja, se debe mantener el envase a la sombra en todo momento, incluso al sacar las dosis para los animales y durante su traslado (Figura 16A y B).

Las dosis de los productos inyectables deben ser extraídas con una aguja limpia. No se debe dejar la aguja clavada en el tapón del antihelmíntico mientras se mantiene en el botiquín para evitar que se contamine con hongos o algún otro microorganismo (Figura 16B). Los frascos vacíos deben ser desechados en un contenedor específico para medicamentos usados.



Figura 16. (A) Traslado correcto de productos veterinarios y otros insumos y materiales. (B) Manipulación inadecuada de los productos veterinarios como usarlos bajo el sol o dejarlos expuestos al aire. Fuente: fotografía tomada por Juan Felipe de Jesús Torres Acosta.

6. ¿Cómo prevenir que los nematodos gastrointestinales de mis animales se vuelvan resistentes a los antihelmínticos?

Desparasitar a todos los animales del rebaño regularmente genera parásitos resistentes a los antiparasitarios.

Cada vez que aplicamos un antihelmíntico a los animales de una granja matamos a los parásitos que son susceptibles a ese fármaco y quedan vivos los nematodos gastrointestinales resistentes a ese medicamento. Por esta razón, es necesario ser responsables al aplicar los medicamentos contra los nematodos gastrointestinales de ovejas y cabras. Algunas sugerencias para hacer una desparasitación responsable se mencionan a continuación:

i. La desparasitación debe orientarse a minimizar el daño de los nematodos gastrointestinales en la salud y producción de los ovinos y caprinos. La meta de desparasitar no es lograr animales libres de nematodos gastrointestinales.

ii. Solo debemos desparasitar a los animales que muestren signos de estar afectados por nematodos gastrointestinales y tengan más de 1,000 huevos por gramo de heces. Los animales que no muestren signos no necesitan ser desparasitados.



Fuente: fotografía tomada por Juan Felipe de Jesús Torres Acosta.

- iii. Nunca desparasite a todos los animales del rebaño, y esto se debe evitar sobre todo durante la época de secas.
- iv. Evitar usar la apreciación visual del peso de los animales para evitar una subdosificación por una estimación errónea del peso.
- v. Aplicar el antihelmíntico de acuerdo con el peso de cada animal. Se debe evitar el uso del peso promedio del lote de animales, ya que esto ocasiona la subdosificación de muchos animales.
- vi. La dosis a aplicar de cada antihelmíntico debe estar de acuerdo con las dosis correctas para ovejas y cabras que se indican en el Cuadro 5.
- vii. Utilizar de forma correcta el instrumento de aplicación del antihelmíntico y aplicar por la vía de administración correcta.
- viii. No aplicar el medicamento con un instrumento defectuoso o mal calibrado (jeringa o aplicador oral).
- ix. Nunca se debe permitir exponer los antihelmínticos a la luz intensa o a los rayos solares.
- x. Solo aplicar medicamentos que estén debidamente registrados por las autoridades federales de salud animal. Es decir, comprar y aplicar medicamentos con etiqueta, sellados, en su envase original, con número de registro oficial, número de lote y fechas de fabricación y caducidad.

La meta de la desparasitación no debe ser lograr animales libres de parásitos sino mantener la salud y producción de ovinos y caprinos.

6.1. ¿Por qué no conviene desparasitar a los animales con pocos parásitos?

Cuando desparasitamos a un animal con pocos parásitos no se tiene ningún beneficio sobre su salud o productividad. Esa es la principal razón de no desparasitar a esos animales con pocos parásitos.

Debemos entender que desde que los antihelmínticos fueron desarrollados y fabricados por la industria farmacéutica veterinaria, se

"Refugio" se refiere a cualquier lugar en dónde los parásitos no estén expuestos a un antihelmíntico, y puede ser en la vegetación o en los animales no desparasitados.

observó que aproximadamente 5% de los nematodos gastrointestinales podían sobrevivir a los antihelmínticos usados a la dosis correcta. Sin embargo, con el uso continuo y excesivo de esos desparasitantes, el porcentaje de parásitos que sobreviven al tratamiento se ha incrementado cada vez más. En algunas granjas el porcentaje de nematodos gastrointestinales que sobreviven al tratamiento con antihelmínticos es del 10 al 30%; lo que sugiere que hay parásitos resistentes al antihelmíntico, pero sigue te-

niendo un efecto útil para los animales. Sin embargo, en aquellas granjas donde más del 40% de los parásitos pueden sobrevivir a un tratamiento antihelmíntico, se puede considerar que el producto ya no sirve para controlar los parásitos. Es decir, es como si los animales no hubieran recibido el tratamiento antihelmíntico. No tendrían una mejoría de sus signos de enfermedad parasitaria. Por eso es importante que cada productor entienda y valore la importancia de conservar poblaciones de nematodos gastrointestinales que sean susceptibles de morir al aplicar los antihelmínticos.

Como se mencionó antes, para mantener la susceptibilidad a los desparasitantes en las poblaciones de nematodos gastrointestinales de las granjas, se requiere mantener a una proporción de parásitos en "refugio". Este término se usa para referirse a cualquier lugar en el que los nematodos gastrointestinales no estén expuestos



Fuente: fotografía tomada por Edgar España España.

al efecto de un desparasitante. Es decir, estos parásitos se "refugian". El refugio más común es el de las larvas infectantes L3 en la vegetación, que es importante solo durante algunos meses de la época de lluvias (julio a noviembre aproximadamente). Este refugio en la vegetación se destruye al llegar el invierno o la época de seca, ya que el frío extremo y la sequía anual pueden eliminar a muchas o la mayoría de las L3 de los pastos en refugio.

El otro sitio importante de refugio es dentro de los animales que no son desparasitados. Este refugio incluye a todos los animales de la granja, ya sean ovinos, caprinos, bovinos o incluso rumiantes silvestres, que tienen parásitos pero no son desparasitados. Estos animales pueden servir como sitios donde los parásitos pueden reproducirse sin estar expuestos a los antihelmínticos. Así, los parásitos susceptibles podrán reproducirse y se evita la selección de poblaciones de parásitos resistentes a los desparasitantes. Los parásitos no resistentes a los desparasitantes puedan diluir o debilitar la resistencia en la granja.

6.2. ¿Cuándo debo cambiar de antihelmíntico contra nematodos gastrointestinales en mi rebaño?

Quando los productores cambian de manera periódica de un producto de una familia química a otro de otra familia química diferente se dice que hacen una rotación de productos. Esta rotación se debería de hacer de forma anual; es decir, usar una familia química durante un año y cambiar a otra familia química el año siguiente, y a otra familia química el año siguiente. La idea de la rotación surgió como propuesta para evitar el desarrollo de parásitos resistentes a alguna fami-

La "rotación" de antihelmínticos consiste en cambiar de familia química de antihelmíntico, y no solamente en cambiar de nombre del desparasitante.

lia química. Para hacer una rotación de manera correcta es esencial cambiar a un producto de una familia química diferente, es decir que tengan un mecanismo de acción diferente al del producto que se estaba utilizando en el año previo.

No basta cambiar a otra marca comercial, que puede tener el mismo principio activo u otro producto de la misma clase química. Tampoco sirve cambiar de método de administración (pasar de un producto de aplicación oral a uno inyectable). Esto es importante debido a que existen numerosos antiparasitarios originales y genéricos con el mismo principio activo pero con más de 20 diferentes nombres comerciales, provenientes de diferentes orígenes y a veces de distinta calidad. Solo las granjas con poblaciones de nematodos gastrointestinales susceptibles a dos o tres familias de antihelmínticos pueden hacer la rotación anual de familias de antihelmínticos. Cuando se ha confirmado la existencia de poblaciones de nematodos resistentes a alguna familia de antihelmíntico, como los bencimidazoles (albendazol, oxfendazol, fenbendazol, etc.) solo se podrá rotar con productos de las familias de antihelmínticos que no muestren resistencia; tal vez como el levamisol o a una lactona macrocíclica (ivermectina, moxidectina, etc.).

Cuando se tienen parásitos resistentes a dos familias de antihelmínticos no se puede ya hacer la rotación debido a que solo existen 3 familias químicas de amplio espectro con mecanismos de acción diferente. En estas granjas solo queda usar algún producto de la única familia de antihelmíntico que todavía muestra susceptibilidad en la granja.

Una vez que una granja tengan poblaciones de nematodos resistentes a una familia de antihelmínticos, esta resistencia se queda para siempre. No se recomienda usar una mayor dosis para mejorar la eficacia, y mucho menos se recomienda tratar más frecuentemente a los animales debido a que estos manejos aceleran el desarrollo de poblaciones parasitarias resistentes a la familia química. Además, puede causar la presencia de residuos de medicamentos en carne y leche, o sus subproductos. Esto puede originar problemas de salud pública o el decomiso de estos productos.

7. ¿Cómo evitar introducir nematodos gastrointestinales resistentes a los antihelmínticos cuando compras animales de otras granjas?

En muchas ocasiones, al comprar animales estos llevan en su tracto digestivo poblaciones de parásitos resistentes a diversos antihelmínticos, por lo que se sugiere cuarentenar a los animales recién llegados a la granja.

Cuando un productor lleva a su granja animales de otras granjas, ya sea prestados, comprados o regalados, se debe tener en cuenta que esos ovinos o caprinos pueden tener nematodos gastrointestinales de la granja donde vivían antes. En muchas ocasiones los parásitos de la otra granja pudieran ser resistentes a uno o más antihelmínticos. Esto significa

que, si metemos a estos animales a la granja, también estamos dando entrada a esos parásitos que ya no mueren con los antiparasitarios. Estos nuevos parásitos se cruzarán con los parásitos de nuestra granja y como resultado, las siguientes generaciones de parásitos pudieran quedar resistentes a los antihelmínticos. En muchas ocasiones, se compran animales que tienen en su interior poblaciones de parásitos resistentes a antihelmínticos que nunca han sido usados en su granja. Para evitar que esto ocurra se plantea el siguiente manejo:

i Aislamiento por 14 días. Al llegar a nuestra granja, los animales nuevos deben ser colocados en un corral donde puedan estar aislados por al menos 14 días. Los animales recién llegados no deben tener contacto con las praderas o los animales del rancho. El corral debe disponer de bebederos y comederos suficientes para el número de animales. Estos animales deben ser alimentados correctamente.

ii Desparasitación con al menos dos clases de antihelmínticos. Los animales se deben pesar y desparasitar con al menos dos familias diferentes de antihelmínticos de acuerdo con su peso vi-

vo como se mencionó antes (ver sección 5.2.).

iii Confirmar la eficacia del tratamiento contra los nematodos gastrointestinales. Al terminar el periodo de 14 días se deben tomar muestras de heces de todos los animales para confirmar con una prueba de McMaster que todos los animales tengan 0 HPG.

iv Permitir el acceso de los animales.

A partir del día 14, cuando los animales tengan 0 HPG, pueden entrar en la granja y a sus potreros. En el caso de que los animales sigan teniendo cargas elevadas de HPG al día 14 post-tratamiento se deberá intentar un nuevo esquema de tratamiento que incluya al menos tres familias de antihelmínticos para garantizar que se elimine la infección.

v Limpieza del corral de cuarentena. Se debe cuidar de que todas las heces que dejaron en el interior del corral de aislamiento sean colectadas. Posteriormente se les aplica una capa de cal o se dejan compostar para que cualquier huevo o larva de nematodo gastrointestinal se destruya.



Fuente: fotografía tomada por María Gabriela Mancilla Montelongo.



Fuente: fotografía tomada por María Gabriela Mancilla Montelongo.

En algunos casos, los animales tratados con antiparasitarios al inicio de la cuarentena siguen con la misma cantidad de huevos de nematodos gastrointestinales después del tratamiento. En estos casos, se repite el protocolo de tratamientos de los animales nuevos pero usando una triple combinación de familias químicas.

Es posible que esta triple combinación sí logre eliminar a todos los nematodos gastrointestinales. Se debe esperar otra vez 14 días para volver a tomar una muestra de heces de cada animal. Una vez que se confirme que están en 0 HPG ya podrán entrar en la granja. En todo momento los animales deben mantenerse en el interior de la instalación de cuarentena con alimento y agua.

8. ¿Qué manejos me pueden ayudar a evitar que mis ovejas y cabras tengan muchos parásitos?

8.1. Una buena alimentación ayuda a reducir la cantidad de parásitos en los animales

La mayoría de los rebaños que tienen animales con problemas de nematodos gastrointestinales, tienen también problemas de desnutrición. Estos problemas de desnutrición son evidentes en época de secas (febrero a mayo) cuando hay escasez de forrajes, pero también se pueden presentar en la época de lluvias, por las altas cargas parasitarias. Por lo tanto, el manejo más importante para evitar que los animales tengan muchos parásitos consiste en darles una buena alimentación todo el año independientemente de la época.

Los animales bien alimentados van a usar los nutrientes para reparar los daños causados por los nematodos gastrointestinales, pudiendo mantenerse y producir a pesar de tener parásitos. A esto se le conoce como **resiliencia**. Adicionalmente, los animales bien alimentados pueden establecer una respuesta inmune más sólida que reduce la cantidad de parásitos que viven en su estómago e intestinos, a esto se le conoce como resistencia contra los parásitos. Las formas prácticas para que un productor pueda saber cuándo un animal está bien nutrido son:

a) Animales en crecimiento. La nutrición se puede evaluar con la velocidad de crecimiento, Por ejemplo, los corderos y cabritos que pastorean en zonas tropicales deben consumir una dieta que les permita alcanzar ganancias de peso mayores a 150 g/día. Si los animales tienen ganancias de peso menores a 100

Los animales bien alimentados pueden tolerar a los parásitos y defenderse de ellos.



Fuente: fotografía tomada por María Gabriela Mancilla Montelongo.

g/día pueden tener más problemas por nematodos gastrointestinales debido a que están débiles y no pueden mostrar su resiliencia y resistencia contra los parásitos.

b) Animales adultos. En estos animales se puede evaluar con la condición corporal. El productor debe alimentar a las hembras adultas para mantener siempre una condición corporal mayor a 2.5 debido a que las hembras con menor condición corporal tienen más problemas de parásitos.

La mejoría de la nutrición se puede lograr mediante más horas de pastoreo o aportando una dieta complementaria en corral después del pastoreo. Esta dieta complementaria es muy importante en el último mes de gestación y durante los dos primeros meses de la lactancia. El tipo de suplemento a utilizar debe servir para complementar las necesidades de energía o de proteína de los animales:

i. Animales consumiendo leguminosas de las selvas tropicales de México.

Estos animales tienen una dieta con elevado contenido de proteína, por lo que se recomienda usar un suplemento energético como grano de maíz, sorgo, galleta molida o melaza. Estos suplementos se deben ofrecer con cuidado, pues un exceso de suplemento energético puede ocasionar la muerte por acidosis. Es necesario bus-



Fuente: fotografía tomada por María Gabriela Mancilla Montelongo.

car la asesoría de un MVZ para definir la cantidad a utilizar. En general se puede recomendar aportar el 1% del peso vivo del animal. Por ejemplo, a una borrega de 35 kg se le puede aportar 350 g por día de materia seca de maíz quebrado, que equivale a ofrecer 393 g por día de maíz quebrado tal como se vende en las tiendas (base fresca) para complementar su dieta de ramoneo en la selva tropical durante los meses de lactancia.

ii. Animales pastoreando pastos tropicales. Estos animales generalmente necesitan un aporte extra de proteína. En estos casos se puede suplementar con una mezcla de sorgo:soya en una relación 70:30, o se puede usar hojas de árboles ricos en proteína como la *Leucaena leucocephala* o el *Brosimum alicastrum*. La cantidad a usar en todos los casos dependerá de los recursos disponibles para el productor. En este caso, si se recomienda aportar el 1% del peso vivo a una borrega de 35 kg, se le pudiera aportar 350 g de MS/día de sorgo:soya para complementar su dieta de pastoreo de pastos tropicales (393 g en base fresca/día) durante los meses de lactancia.

El efecto positivo de la suplementación correcta de la dieta resulta en la reducción de parásitos y este efecto va a ser más evidente en los animales que tenían mala alimentación. El efecto positivo va a ser menos evidente en los animales que reciben una dieta buena. Por otro lado, en los animales sobre alimentados o con obesidad no se logra ninguna ventaja al suplementar.



Fuente: fotografía tomada por María Gabriela Mancilla Montelongo.

La correcta suplementación ayuda a reducir la cantidad de parásitos en los animales.

8.2. Evitar sobreexplotar a las ovejas y cabras por causa de una reproducción muy acelerada

Las ovejas y cabras que antes del parto y durante la lactancia quedan muy flacas (condición corporal menor de 2.5), están expuestas a sufrir más problemas por nematodos gastrointestinales, ya que están débiles y su sistema inmune no funciona correctamente

(relajación peripartal de la inmunidad o alza post-parto). A estas ovejas o cabras se les debe separar y se debe evitar que se inclu-

yan en cualquier grupo de em-padre para darles la oportunidad de recuperar su condición corporal después del parto por al menos 3 meses. En esos meses el productor debe evitar que esas hembras flacas sean montadas por el semental aun cuando las hembras entren en celo. Esto permitirá que las ovejas recuperen sus reservas corporales que le ayudarán después para producir más leche y para fortalecer su sistema inmune para resistir a los nematodos gastrointestinales.

Este manejo implica que los productores tengan un sistema de reproducción basado en em-padres semi-controlados. En el



Fuente: fotografía tomada por María Gabriela Mancilla Montelongo.

sistema de empadre semi-controlado se introduce a las hembras en un corral con el semental fértil una vez terminado el periodo de 90 días post-parto. Los grupos de hembras se dejan por las tardes y noches en el corral con el semental durante 35 días en el caso de

**Evite que sus
ovejas o cabras
muy flacas entren
a empadre hasta
que recuperen su
condición.**

las ovejas o durante 42 días en el caso de las cabras. En el periodo de empadre, las hembras pueden salir al campo a pastorear durante el día, mientras el semental se debe quedar dentro de su corral en donde recibe su alimento. Al regreso del pastoreo las mismas hembras regresan al corral de empadre con el semental. Para que el sistema de empadre semi-controlado funcione se

debe tener por separado a los sementales y las hembras en todo momento fuera del periodo de empadre. Además, se debe castrar a todos los machitos de la granja que no sean sementales. Esto para evitar montas indeseables. Cuando los machitos no se castren se deben dejar en corrales solo de machos en sistemas de engorda intensiva sin salir a pastoreo.

8.3. Elegir reemplazos entre las hijas de los animales con menos problemas de parásitos

Una gran ventaja de hacer la desparasitación selectiva dirigida es la de identificar qué animales fueron desparasitados en cada mes del año. Eso permite lograr un registro de eventos de desparasitación para cada oveja o cabra. Este registro puede servir como elemento para identificar a las ovejas o cabras que no fueron desparasitadas y las que a lo largo de los años han necesitado más o menos desparasitaciones por año. Con estos antecedentes se facilita la decisión para seleccionar a las futuras reproductoras entre las hijas de las hembras que requirieron menos desparasitaciones por año. Al elegir los reemplazos del rebaño de entre estas hembras como futuras reproductoras se promueve que el rebaño mantenga animales

con buena resistencia a los nematodos gastrointestinales; ya que se sabe que esta resistencia es heredable. De esta manera se puede ayudar a mantener un rebaño cada vez menos susceptible al efecto negativo de los nematodos gastrointestinales.

La selección de hembras se debe basar en los registros mensuales de hembras que fueron desparasitadas en toda la granja. Este registro sirve cada año para marcar a aquellas hembras que recibie-

ron más de 2 tratamientos antiparasitarios al año, ya que éstas no sirven como madres de las futuras reproductoras. Por otro lado, las hembras que hayan requerido 1 o ninguna desparasitación pueden ser identificadas y sus hijas pueden ser sugeridas como futuro pie de cría del rebaño. Este elemento sería un criterio de selección adicional a los criterios productivos y reproductivos de los animales.



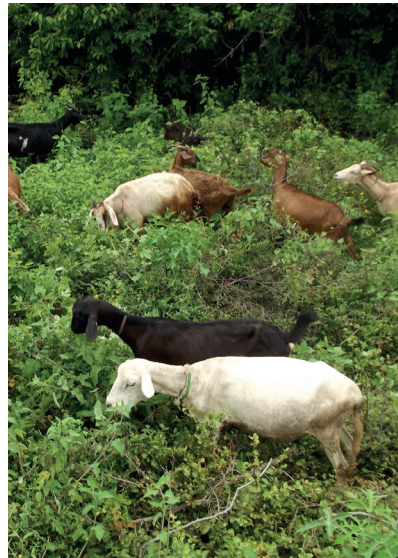
Fuente: fotografía tomada por María Gabriela Mancilla Montelongo.

**Elija a sus futuras
ovejas o cabras
reproductoras
entre aquellas
que requieran
menos o ninguna
desparasitación.**

9. Además de los antihelmínticos, ¿qué otros métodos existen para el manejo de los nematodos gastrointestinales?

9.1. Rotación del pastoreo para limitar la población de larvas en las praderas

Como se vio anteriormente, los ovinos y caprinos se infectan cuando consumen vegetación contaminada con larvas L3 que es la fase infectante de los nematodos gastrointestinales. Las L3 salen de las heces hacia la vegetación a partir del día 5 después que fueron depositadas en el suelo por los animales. En las zonas templadas, frías y húmedas, las L3 pueden mantenerse vivas en la hierba por varios meses. Sin embargo, en zonas cálidas y húmedas tropicales las L3 puede morir en la hierba en un máximo de 4 a 5 semanas. Esto quiere decir que, si los productores dejan descansar sus potreros por un periodo de 5 semanas aproximadamente, al volver a usar ese potrero tendrá menos larvas L3, ya que muchas de éstas habrán muerto. De esta manera se puede reducir el peligro de infección con L3 para los animales, lo que a su vez reduce los problemas por nematodos gastrointestinales y disminuye la necesidad de desparasitar.



Fuente: fotografía tomada por Pedro Geraldo González Pech.

Se sugiere que los productores permitan a las ovejas o cabras usar un potrero por un periodo menor de 5 días consecutivos, y luego ese potrero se debe dejar descansar por 5 semanas, sin que ningún borrego o cabra entre en ese potrero. Al final de las 5 semanas, el follaje se habrá recuperado del pastoreo y las L3 de los nematodos gastrointestinales se habrán muerto en su mayoría. En la Figura 17 se muestra un esquema de uso de un rancho que tiene 10 potreros. Este puede realizar un pastoreo de 3 días y descansos de 30 días o pastoreo de 4 días y descansos de 40 días.

La rotación de potreros reduce los problemas por nematodos gastrointestinales porque las larvas de estos parásitos mueren en 4 o 5 semanas en condiciones tropicales.

9.2. Hongos que matan nematodos gastrointestinales en las heces de los ovinos y caprinos

Los hongos nematófagos son hongos microscópicos que viven en el suelo y se alimentan de nematodos que encuentran en la tierra. Estos hongos forman diferentes tipos de trampas para capturar a los nematodos y alimentarse de ellos. Las esporas de estos hongos pueden ser mezcladas en el alimento para ser administradas por vía oral a ovinos y caprinos. Una vez que los animales consumen las esporas, estas pasan a través del tracto digestivo hasta que llegan a ser eliminadas junto con el excremento. Una vez en el excremento, las esporas desarrollan una especie de filamentos muy delgados que se llaman micelio y que invaden las heces. Precisamente aquí en las heces de los animales se encuentran también los huevos de los parásitos. Como se mencionó antes, el cascarón de los huevos se rompe y salen las larvas L1 y se transforman en L2, las cuales

deambulan en la materia fecal. Una vez que los hongos detectan la presencia de las larvas en el excremento, los hongos desarrollan sus trampas para capturar, destruir y alimentarse de las larvas de los nematodos (Figura 18).

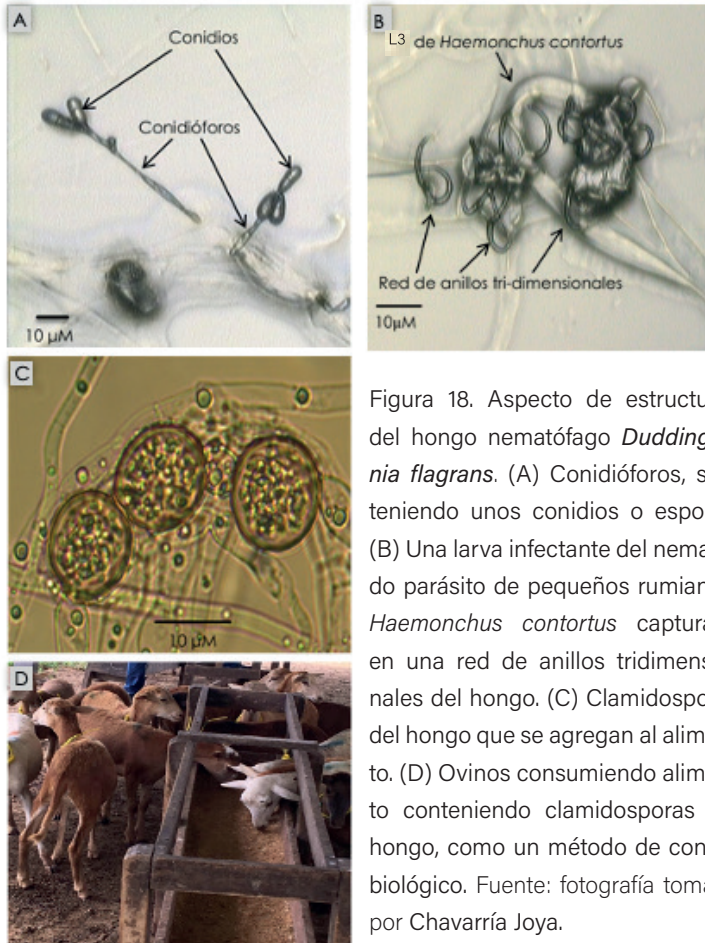


Figura 18. Aspecto de estructuras del hongo nematófago *Duddingto- nia flagrans*. (A) Conidióforos, sos- teniendo unos conidios o esporas. (B) Una larva infectante del nemato- do parásito de pequeños rumiantes *Haemonchus contortus* capturada en una red de anillos tridimensio- nales del hongo. (C) Clamidosporas del hongo que se agregan al alimen- to. (D) Ovinos consumiendo alimen- to conteniendo clamidosporas del hongo, como un método de control biológico. Fuente: fotografía tomada por Chavarría Joya.

A diferencia de los antihelmínticos químicos, los nematodos gastrointestinales no pueden crear resistencia contra los hongos nematófagos. Estos últimos no contaminan el suelo, o los productos de origen animal como la carne, leche, etc.

En diversas pruebas usando los hongos nematófagos se ha demostrado que una vez que han sido administradas en los animales y al llegar a las heces, en este lugar son capaces de capturar y destruir hasta un 70%

de las larvas. Esta reducción de la población de larvas en el excremento significa que habrá aproximadamente un 70% menos larvas contaminando el pasto y, como consecuencia, los animales consumirán un 70% menos L3 de estos parásitos. El uso de estos hongos debe ser considerado solamente como una herramienta que se incluya en un programa de control integrado junto con otras medidas, tales como el uso de plantas con actividad antiparasitaria, un programa de manejo del pastoreo, aunado a un programa nutricional de los animales.

Los hongos nematófagos sirven para reducir la cantidad de larvas infectantes que salen del excremento, lo que reduce la infectividad de la pradera.

9.3. Alimentar a los animales con plantas que dañan a los parásitos

Las hojas de algunos arbustos y árboles de las selvas y algunos otros ecosistemas de México contienen sustancias llamadas compuestos secundarios que pueden ayudar a reducir la cantidad de nematodos gastrointestinales en ovejas y cabras. Cuando los animales consumen las hojas de estas plantas durante el pastoreo reciben los nutrientes que contienen que les sirven para mantener o mejorar la ganancia de peso, producción de leche, condición corporal y además favorecer la resiliencia y resistencia contra los nema-

todos gastrointestinales. Adicionalmente, al masticar y rumiar las hojas de esas plantas se liberan los compuestos secundarios que afectan a los parásitos del estómago e intestinos.

El consumo frecuente de estas plantas puede ayudar a afectar el ciclo de vida de los parásitos, ocasionando que se produzcan menos huevos o afectando la sobrevivencia de los huevos o las larvas. Hay que aclarar que no se espera que estos compuestos químicos maten a los parásitos, sino que reduzca la población y de esa manera ayuden a que un animal sobreviva y siga su vida productiva.

Los compuestos secundarios que contienen algunas plantas de las selvas de México pueden tener efecto antihelmíntico.

En México existen varios ejemplos de plantas que dañan a los nematodos gastrointestinales del ganado ovino, caprino y bovino. Sin embargo, sus nombres comunes solo son reconocidos en algunas zonas del país y la misma planta tiene diferentes nombres comunes en diferentes partes del país. Por lo anterior, se incluyen ejemplos con su nombre científico y estos pueden ser ubicados en internet para cada zona de México: *Acacia pennatula*, *Gymnopodium floribundum*, *Lysiloma* sp., *Senegalia gaumeri*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa bahamensis* y *Havardia albicans* (Figura 19).

ADEMÁS DE LOS ANTIHELMÍNTICOS, ¿QUÉ OTROS MÉTODOS EXISTEN PARA EL MANEJO DE LOS NEMATODOS GASTROINTESTINALES?



Figura 19. Plantas leguminosas forrajeras de la selva baja caducifolia de Yucatán que han demostrado tener un follaje con elevado porcentaje de proteína ($> 18\%$) y compuestos secundarios que pueden ayudar a controlar a los nematodos gastrointestinales de los ovinos y caprinos. (A) *Leucaena leucocephala*, (B) *Mimosa bahamensis*, (C) *Lysiloma latisiliquum*, (D) *Senegalia gaumeri*, (E) *Acacia pennatula*, y (F) *Havardia albicans*. Fuente: fotografía tomada por Juan Felipe de Jesús Torres Acosta.

Los productores de ovejas y cabras pueden aprovechar las hojas de estas plantas de diferentes maneras:

i. En pastoreo de potreros naturales que incluyen ese tipo de plantas. En muchos ecosistemas las plantas brotan y crecen naturalmente y los animales son capaces de consumirlas en el pastoreo. En este caso se requiere de un potrero natural y un pastor.



Fuente: fotografías tomada por Pedro Geraldo González Pech.

ii. Corte y acarreo. En algunos sistemas de producción los productores deciden cortar el follaje directamente y llevarlo al comedero de sus animales. Las hojas de estas plantas pueden incluirse hasta en un 40% de la dieta de los animales. En este caso se requiere de alguna persona que salga a cortar y acarrear el material. En general, es más fácil que los mismos animales salgan y pastoreen donde hay esas plantas.



Fuente: fotografía tomada por María Gabriela Mancilla Montelongo.

iii. Pastoreo en bancos de proteína. Algunos productores pudieran sembrar parcelas donde siembren una o varias especies de estas plantas en sistemas de "bancos de proteína". En estas parcelas se siem-



Fuente: fotografía tomada por María Gabriela Mancilla Montelongo.

bran estas plantas en alta cantidad y los animales puedan entrar en estas praderas a comer lo que necesiten por un periodo de tiempo, ya sea por día o por semana.

9.4. Partículas de óxido de cobre para el control de los nematodos gastrointestinales

Las partículas de óxido de cobre (POC) son un producto que se comercializa para suplementar cobre en la dieta de animales que viven en zonas con deficiencia de este mineral. Hace algunos años se descubrió que las POC, a una dosis de 2 g / animal (en corderos y cabritos) y de 4 g / animal (en animales adultos), son eficaces contra los *Haemonchus contortus* del abomaso. Su actividad antihelmíntica puede durar 28 días post-tratamiento. Sin embargo, las POC no tienen buena eficacia contra otros nematodos abomasaes como *Teladorsagia circumcincta* y *Trichostrongylus axei*, y tampoco contra los nematodos de intestino delgado y grueso.

Las partículas de óxido de cobre pueden mantener a los ovinos sin *Haemonchus contortus* por hasta 28 días, pero su abuso puede intoxicar a los animales.

Estas agujas se ofrecen a los animales mediante cápsulas como las que se muestran en la Figura 20A, con la ayuda de un dosificador de cápsulas. Las cápsulas son deglutidas y se liberan las POC hasta llegar al abomaso, donde van a permanecer por varias semanas. En la Figura 20B, se observa un acercamiento de estas agujas recuperadas del abomaso de los animales. Al estar en el abomaso, las POC se van disolviendo en el medio ácido, y se liberan sustancias que matan a los nematodos gastrointestinales adultos y fases larvárias. Las POC pueden ser una herramienta muy valiosa como antiparasitarios no convencionales en zonas donde *H. contortus* sea un parásito importante. Sin embargo, es importante re-

calcar que los animales dosificados con POC en zonas donde no hay déficit de cobre tienden a subir su nivel hepático de cobre y si se usa frecuentemente podría ser tóxico para algunos animales. Es por esto que se sugiere usarse de manera selectiva dirigida solo a los animales que tienen haemonchosis y ya no funcionan los anti-helmínticos comerciales. En estos animales, se debe limitar su uso máximo 2 veces por año, y no repetir su uso en al menos un año. De esta manera pudiera ser usado como una herramienta de des-parasitación alternativa.

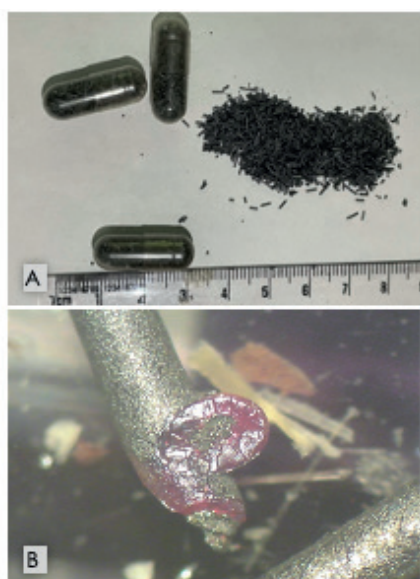


Figura 20. (A) Partículas de óxido de cobre dosificadas en cápsulas. (B) Partículas de óxido de cobre observadas en un microscopio a un aumento de 4x. Fuente: fotografías tomadas por Juan Felipe de Jesús Torres Acosta.

9.5. Vacunas para el control de los nematodos gastrointestinales

Las vacunas son un método inmunológico que sirve para fortalecer la respuesta del sistema de defensa inmune de los ovinos y caprinos contra los parásitos. Ya existen varias vacunas que pueden controlar a los gusanos del estómago del ganado (*H. contortus*).

Solo una de estas vacunas ha llegado al mercado de productores de ovinos y caprinos. La vacuna se llama Barbervax®, es producida en Australia y actualmente solo se comercializa en Australia, Nueva Zelanda y en algunos países de Europa. Esas vacunas se elaboran con una proteína del intestino de esos parásitos. Los animales vacunados desarrollan defensas que afectan esa proteína del intestino de los parásitos. Cuando el parásito se alimenta de sangre del animal, su intestino es lesionado por los anticuerpos que se encuentran en la sangre de los borregos y cabras y estos gusanos pueden morir o dejan de crecer y reproducirse. Este tipo de método inmunológico seguramente será uno de los pilares del control de nematodos gastrointestinales en el futuro.

Las vacunas seguramente serán uno de los pilares del control de nematodos gastrointestinales en el futuro.

9.6. Uso de razas que resisten la infección de los parásitos

Las diferentes razas de animales muestran diferente susceptibilidad a los nematodos gastrointestinales. En el caso de México, las razas Pelibuey y Panza Negra (Figura 21) han demostrado tener la capacidad de infectarse con menos cantidades de parásitos comparado con otras razas de ovejas de pelo como el Katahdin o Dorper. Se ha demostrado también que los ovinos Pelibuey y Panza Negra se infectan menos por nematodos gastrointestinales que los ovinos de razas lanares.

Los ovinos de las razas pelibuey y panza negra son más resistentes a los nematodos gastrointestinales que las otras razas de pelo o de lana.

ADEMÁS DE LOS ANTIHELMÍNTICOS, ¿QUÉ OTROS MÉTODOS EXISTEN PARA EL MANEJO DE LOS NEMATODOS GASTROINTESTINALES?

Figura 21. Razas de ovinos de pelo que han demostrado gran resistencia contra los nematodos gastrointestinales: Panza Negra macho (A) y hembras (B), Pelibuey macho (C) y hembras (D). Fuente: fotografías tomadas por Edgar España España.



Se tienen evidencias que indican que esta capacidad de infectarse menos se debe a algunas características de su sistema inmune. Por lo tanto, los productores que usan ovinos Pelibuey y Panza Negra van a requerir desparasitar menos animales por año y también desparasitar menos veces por año a esos animales. Es importante que los productores de ovinos reconozcan a estas razas por la ventaja que representa desde el punto de vista del control de nematodos gastrointestinales en zonas tropicales cálidas húmedas de México.

10. Control integrado: usando diferentes métodos contra los nematodos gastrointestinales de ovejas y cabras

"Control integrado" significa realizar el manejo de los parásitos basándose en el uso correcto de dos o más métodos de control descritos en este manual.

El control integrado consiste en utilizar una combinación de diferentes métodos de manejo contra los nematodos parásitos (Figura 22). En la actualidad muchos productores ya utilizan un control integrado aún sin darse cuenta. Ejemplo de esto son las granjas donde usan **ovinos de razas que resisten** a los nematodos gastrointestinales, como por ejemplo la raza Pelibuey y la Panza Negra. El uso de esas razas es una gran ventaja, pues estos animales se defienden mejor contra los nematodos gastrointestinales y necesitan menos tratamientos antiparasitarios que otras razas ovinas.

Además de usar esas razas, estos productores también **pastorean en potreros con plantas que contienen antihelmínticos naturales**. Como se mencionó antes, estas plantas pueden afectar a los parásitos, y dificultar su sobrevivencia en los animales. Además, estos mismos productores **suplementan la dieta de sus animales** con alimento concentrado o follajes de buena calidad. Tanto la raza, las plantas con efecto antiparasitario y la mejoría de la dieta, se usan de manera combinada en muchas granjas y seguramente esto hace que se reduzca la necesidad de desparasitación contra los parásitos (Figura 22).



Figura 22. El control integrado de nematodos gastrointestinales (NGI) consiste en usar simultáneamente diferentes métodos para reducir las poblaciones de nematodos gastrointestinales en las granjas ovinas y caprinas. En México, el control integrado ya puede incluir: (A) animales tropicales de razas resistentes, (B) suplementación de la dieta, (C) plantas nutracéuticas de la vegetación nativa, (D) desparasitación selectiva dirigida, (E) rotación de potreros, y (F) evitar sobreexplotar a las hembras reproductoras.

En estas granjas se recomienda que complementen su control integrado de los nematodos parásitos usando alguna forma de **desparasitación selectiva dirigida (DSD)**, que puede servir para reducir el número de animales desparasitados, y el costo de desparasitación. Pueden orientarse a desparasitar a los animales que tienen mucosas muy pálidas (FAMACHA® 4 o 5), muy baja condición corporal (menos de 2.5), o a las recién paridas con gemelos o triates. También pudieran aplicarse el antihelmíntico a los animales con diarrea.

Si el productor usa la DSD y registra mensualmente el número de animales desparasitados, esta información la puede usar para **la selección de los animales de pie de cría más resistentes a los parásitos.**

De esta manera ya se logran integrar 5 métodos de control diferentes. Posteriormente, el productor podría interesarse en incluir otro manejo, como por ejemplo, la rotación de potreros. De esta manera podría reducir los problemas por nematodos gastrointestinales en su granja.

En aquellas granjas en donde se usan razas de animales susceptibles a la infección, o pastorean a sus animales en praderas que no tienen plantas con compuestos antiparasitarios, se debería empezar por cerciorarse de que las ovejas y cabras estén bien alimentadas y con buena condición corporal (mayor de 2.5). Posteriormente, se podría implementar una suplementación alimenticia de bajo costo, que le permitiría obtener una mejor producción además de una menor infección por parásitos. También, se puede incorporar el esquema selectivo de desparasitación, y de allí sacar la información para seleccionar a las ovejas que necesiten menos desparasitaciones por año. La clave de estas combinaciones es que se realicen gradualmente y se adapten a las condiciones de cada granja antes de querer adoptarlas sin una planeación precisa.

Literatura recomendada

- Cintra, M.C.R., Ollhoff, R.D., Weber, S.H. y Sotomaior, C.S. (2019). Is the Famacha© system always the best criterion for targeted selective treatment for the control of haemonchosis ingrowing lambs? *Veterinary Parasitology*, 266, 67–72.
- Figueroa Castillo, J.A., Jasso Villazul, C., Liébano Hernández, E., Martínez Labat, P., Rodríguez Vivas, R. I. y Zárate Ramos, J. J. (2015). Capítulo 3. Examen coproparasitoscopico. En: *Técnicas para el diagnóstico de parásitos con importancia en salud pública y veterinaria* (R.I. Rodríguez Vivas, ed.). Pp. 78-98. AMPAVE-CONASA. ISBN: 03-2015-052012064400-01.
- González-Pech, P.G., Ventura-Cordero, J., Ortiz-Ocampo, G.I., Jaimez Rodríguez, P.R., Tun-Garrido, J.C., Sandoval-Castro, C.A. y Torres-Acosta, J.F.J. (2017). *Plantas consumidas por ovinos y caprinos en la selva baja caducifolia de Yucatán, Guía ilustrada*. (1a Edición). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Ediciones Académicas Colofón. ISBN: 978-607-8573-21-0.
- Honhold, N., Petit, H. y Halliwell, R.W. (1989). Condition scoring scheme for Small East African goats in Zimbabwe. *Tropical Animal Health and Production*. 21, 121–127.
- Maia, D., Rosalinski-Moraes, F., Torres-Acosta, J.F.J., Cintra, M.C.R. y Sotomaior, C.S. (2015). FAMACHA© system assessment by previously trained sheep and goat farmers in Brazil. *Veterinary Parasitology*, 209, 202–209.
- Mancilla-Montelongo, M.G., Torres-Acosta, J.F.J. y Ayala-Burgos, A. J. (2022). Dosis, excesos y reacciones adversas del closantel en ovinos y caprinos en México. *Bioagrociencias*, 15, 39-46.
- Medina-Pérez, P., Ojeda-Robertos, N.F., Reyes-García, M.E., Cámara-Sarmiento, R. y Torres-Acosta, J.F.J. (2015). Evaluation of a targeted selective treatment scheme to control gastrointestinal nematodes of hair sheep under hot humid tropical conditions. *Small Ruminant Research*, 127, 86–91.

- Rodríguez Vivas, R.I., Torres Acosta, J.F.J., Cruz Vázquez, C., Almazán García, C., Alcalá Canto, T., Alonso Díaz, M.A., Chan Pérez J.I., Domínguez García, D.I., Fernández Salas, A., Figueroa Castillo, J.A., Galindo Velasco, E., Lagunes Quintanilla, R.E., López Arellano, M.E., Martínez Ibáñez, F., Martínez Ortiz de Montellano, C., Mendoza de Gives, P., Ojeda Robertos N.F., Ortega. Pacheco, A., Rosario Cruz, R., Rosado Aguilar, J.A., Torres Rodríguez, L. y Vitela Mendoza, I. (2018). Capítulo VII. Epidemiología y control de garrapatas, moscas y nematodos gastrointestinales que afectan a los bovinos en México. En: *Estado del Arte Sobre Investigación e Innovación Tecnológica en Ganadería Bovina Tropical*. Red de Investigación e Innovación Tecnológica para la Ganadería Bovina Tropical (REDGATRO). 2ª edición. Pp. 255-308. INIFAP, UNAM, CONACyT. ISBN: 9786073711142.
- Soto-Barrientos, N., Chan-Pérez, J.I., España-España, E., Novelo-Chi, L.K., Palma-Ávila, I., Ceballos-Mendoza, A.C., Sarabia-Hernández, J.A., Santos-Ricalde, R.H., Cámara-Sarmiento, R. y Torres-Acosta, J.F.J. (2018). Comparing body condition score and FAMACHA© to identify hair-sheep ewes with high faecal egg counts of gastrointestinal nematodes in farms under hot tropical conditions. *Small Ruminant Research*, 167, 92-99.
- Torres Acosta, J.F.J., Chan Pérez, I., López Arellano, M.E., Rosado Aguilar, J.A., Soberanes Céspedes, N., Neri Orantes, S., Alonso Díaz, M.A., Martínez Ibáñez, F., Osorio Miranda, J., Vargas Magaña, J.J. y Encalada Mena, L. (2015). Capítulo 12. Diagnóstico de Resistencia a los Antiparasitarios en Rumiantes. En: *Técnicas para el diagnóstico de parásitos con importancia en salud pública y veterinaria* (R.I. Rodríguez Vivas, ed.). Pp. 355-403. Editorial AMPAVE-CONASA. ISBN: 03-2015-052012064400-01.
- Torres-Acosta J.F.J., Sandoval-Castro C.A., Cámara-Sarmiento R. y Aguilar-Caballero A.J. (2012). Métodos alternativos para el control de nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes: estado del arte. En: *Avances de investigación en producción animal en Iberoamérica*. (O.A. Castelán-Ortega, A. Álvarez-Macías, A. Bernués Jal, J.C. Ku-Vera y V.C.P. Silveira, compiladores.). Edi-

ciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. Pp. 393-412.

Torres-Acosta, J.F.J., González-Pech, P.G., Chan-Pérez, J.I., Sandoval-Castro, C.A., Estrada-Reyes, Z.M., Mendoza-de-Gives, P. y López-Arellano, M.E. (2014). Experiencias en el control alternativo de nematodos gastrointestinales de pequeños rumiantes domésticos en México. En: *Avances en el estudio de helmintos parásitos* (M.A. Ortega-Pierres y J. Morales-Montor, ed.). Editorial UNAM. Pp. 205-241. ISBN: 978-607-02-5624-0.

Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., González-Pech, P.G., Mancilla-Montelongo, M.G., Ortega-Pacheco, A., Aguilar-Caballero, A.J., Santos-Ricalde, R.H., Sarmiento-Franco, L.A., Ramos-Bruno, E., Torres-Fajardo, R.A. y Méndez-Ortíz, F.A. (2021). Interacción entre la nutrición y los nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes pastoreando la selva baja caducifolia—contribuciones de la FMVZ-UADY. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24, 127.

Glosario

Abomaso: Cuarto estómago de los rumiantes, en donde se realiza la digestión enzimática. Es el estómago glandular de los rumiantes.

Anemia: Enfermedad debida a la reducción anormal del número o tamaño de los glóbulos rojos de la sangre o de su contenido de hemoglobina.

Antihelmíntico: Droga o medicamento perteneciente a alguna familia química que se utiliza para matar o expulsar helmintos parásitos. Puede estar orientado al tratamiento de nematodos, cestodos o trematodos. También conocido como desparasitante.

Caprino: Mamífero pequeño rumiante que está cubierto de pelo. Los machos adultos son llamados chivos, las hembras adultas son cabras o chivas, y las crías se denominan cabritas o cabritos.

Ciclo de vida: Serie de cambios sucesivos por los que pasa un organismo parásito a lo largo de su desarrollo, desde su forma de su fase de huevo hasta su fase de adulto.

Condición corporal (CC): Herramienta que sirve para estimar la cantidad de músculo y grasa en el lomo del animal y que es útil para identificar animales adultos en pastoreo con altas cargas de parásitos. Dependiendo del autor que se consulte, la escala de valores de CC va desde 1 (muy flaco, con poco músculo y grasa) hasta 4.5 o 5 (exceso de grasa corporal).

Control: Reducción de la población de los nematodos gastrointestinales en un animal o en un rebaño. Existen diferentes métodos para lograr esa reducción.

Diagnóstico: Conjunto de métodos que se utilizan para el escrutinio de animales o de sus muestras y que nos ayudan a determinar la existencia de agentes patógenos o de una enfermedad.

Dosis: Cantidad de medicamento que se debe ofrecer a un animal para lograr un efecto deseado. Las dosis van a depender de la naturaleza química del producto, su presentación y concentración, así como la especie animal a la que se va a tratar.

Especie: Clasificación taxonómica que se refiere a aquellos seres vi-

vos que pertenecen a un mismo género y que poseen características en común que las distinguen de otros organismos similares.

FAMACHA®: Técnica creada por Fafa Malan, en Sudáfrica, para estimar el grado de anemia de los ovinos o caprinos mediante la comparación del color de la mucosa del párpado inferior con una escala de colores que va de 1 a 5. Los animales que tienen coloración compatible con los valores 1 y 2 se consideran saludables, el valor 3 se considera dudoso y los valores 4 y 5 tienen gran probabilidad de ser anémicos.

Helminto: Animal que puede pertenecer a diferentes clasificaciones. Los nematodos son gusanos cilíndricos, los trematodos son gusanos aplanados dorsoventralmente no segmentados, y los cestodos son gusanos aplanados segmentados.

Inmunidad: Habilidad de un organismo de utilizar su sistema inmune para controlar y limitar las poblaciones de patógenos (parásitos). También se conoce como resistencia. Esta puede ser innata o adquirida.

Intestino: Tubo cilíndrico único y continuo en el que se lleva a cabo la digestión y absorción del alimento. Mayoritariamente, el intestino delgado absorbe los nutrientes y el intestino grueso absorbe el exceso de agua y da forma a las heces.

Larva: Fase del ciclo biológico de los nematodos gastrointestinales. Suele ser microscópica.

Macroscópico: Que puede verse a simple vista.

Microscópico: Que no puede verse a simple vista. Para observar un objeto microscópico se requiere de la ayuda de una lupa o un microscopio.

Necropsia: Metodología diagnóstica que sirve para realizar el examen u observaciones en un animal después de morir (post-mortem).

Nematodo gastrointestinal: Gusano cilíndrico que en sus fases de L4, L5 y adulto habitan en el tracto gastrointestinal. En las fases L5 y adulto son generalmente visible a simple vista. Estos viven y parasitan los diferentes órganos del sistema gastrointestinal: abomaso, intestino delgado o intestino grueso.

Ovino: Mamífero pequeño rumiante que puede estar cubierto de la-

na o de pelo. Los machos adultos son llamados borregos o carneros, las hembras adultas se llaman borregas u ovejas, y las crías se denominan corderos.

Parásito: Cualquier organismo que vive dentro o sobre otro organismo, del cual obtiene su sustento, además de otros beneficios. En esta asociación el parásito daña a su hospedero. El concepto de parásito abarca a numerosas especies de protozoarios, helmintos y artrópodos.

Resistencia antihelmíntica: Habilidad de una población de helmintos para sobrevivir a dosis que serían letales para una población susceptible de helmintos.

Resiliencia: Capacidad de un animal para tolerar los efectos negativos de los parásitos. Un animal resiliente es un animal parasitado que es capaz de mantener su desempeño productivo.

Los Autores

Pedro Mendoza de Gives

Médico Veterinario Zootecnista por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Maestría en Ciencias en Parasitología Animal en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). Doctorado de la Universidad de Nottingham en el Reino Unido. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI, Nivel II). He sido presidente del Comité de Parasitología y Parasitocidas del Consejo Consultivo de Sanidad Animal (CONASA), presidente de la Asociación Mexicana de Parasitólogos Veterinarios (AMPAVE) y miembro de la Academia de Ciencias Morelos A.C. (ACMor). Ha dirigido numerosas tesis de los 3 niveles académicos y publicado cerca de 120 artículos nacionales e internacionales en revistas indexadas y arbitradas. Cuenta con estancias de investigación, talleres y conferencias en la Universidad de Riverside, California, EUA, en el Centro de Investigación en Veterinaria en la Ciudad de Ipoh, Malasia, en el Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en Japón, en la Facultad de Veterinaria de la Universidad Federal de Viçosa en Brasil y en otras instituciones.



Juan Felipe de Jesús Torres Acosta

Médico Veterinario Zootecnista por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Maestro en Ciencias de la Universidad de Edinburgo, Escocia y Doctorado de la Universidad de Londres, Inglaterra. Actualmente, es Profesor de Carrera de la FMVZ de la



UADY. Es Médico Veterinario Zootecnista certificado en Caprinos. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel III y de la Academia Veterinaria Mexicana, A.C. Ha recibido los Premios UADY a la investigación, la transferencia y el desarrollo tecnológicos para el fortalecimiento de Yucatán, Quetzalcóatl Dorado al Mérito Académico de la Asociación Mexicana de Escuelas y Facultades de Veterinaria, México. Profesor con Perfil Deseable SEP-PRODEP, México (2002 a la fecha). Miembro de diversas asociaciones nacionales e internacionales: International Goat Association, Asociación Latinoamericana de Pequeños Rumiantes y Camélidos Americanos, Asociación Mexicana de Parasitólogos Veterinarios, World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology, Comité Internacional Star-Idaz, Asociación Mexicana de Parasitólogos Veterinarios (secretario), Academia Veterinaria Mexicana y Comité de Parasitología del CONASA (coordinador). Además, es miembro del Comité Editorial de Small Ruminant Research y Editor Asociado de las revistas Veterinary Parasitology Regional Studies and Reports, Tropical and Subtropical Agroecosystems, y Tropical Animal Production and Health. Ha publicado diversos artículos de investigación en revistas indexadas de alto impacto.

Juan Antonio Figueroa Castillo

Médico Veterinario Zootecnista por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), lugar en el que cursó la Maestría y Doctorado en Ciencias de la Salud y Producción Animal, institución en la que actualmente labora. Cuenta con el certificado en Parasitología por el Consejo Nacional de Certificación en Medicina Veterinaria y Zootecnia, A.C. (CONCERVET). Miembro de la Asociación Mexicana de Parasitólogos Veterinarios (AMPAVE) y del Comité 17 Parasitología y Parasiticidas del Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal (CONASA). Sus áreas de especialidad



son el diagnóstico parasitológico, el mejoramiento de la enseñanza y la mejora de los procesos. Ha impartido conferencias y talleres sobre control y diagnóstico de las enfermedades parasitarias. Autor de libros, manuales, artículos y materiales didácticos sobre parasitología, así como de una gran diversidad de imágenes de parásitos que se pueden consultar de manera gratuita en el portal <https://datosabiertos.unam.mx/>.

Noé Soberanes Céspedes

Biólogo y Maestro en Ciencias en Parasitología Animal por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). Asesor técnico en LAPISA. Laboró en el Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal (CENAPA). Ha sido asesor del Consorcio Técnico del Noreste de México A.C., del Laboratorio



Central Regional del Norte y de la Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Del 2000 a la fecha, fue secretario y miembro de la Asociación Mexicana de Parasitólogos Veterinarios A.C. Presidente de la Comisión de Parasitocidas de la Industria Farmacéutica Veterinaria (INFARVET), desde el 2005. Del 2009 a la fecha, miembro permanente del Comité 17 de Parasitología y Parasitocidas del Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal (CONASA). Ha publicado artículos científicos en revistas arbitradas a nivel nacional e internacional. Posee el reconocimiento de colaboración con el Knippling-Bushland U.S. Livestock Insects Research Laboratory de USDA en Kerrville, Texas, E.U.A. en el desarrollo y validación de técnicas toxicológicas y moleculares para el diagnóstico de resistencia en garrapatas (noviembre, 1998). Participación en el Premio de la Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (CANIFARMA) 2001, "Dr. Alfredo Téllez Girón Rode", con la investigación: Análisis de enzimas con actividad de esterasas en cuatro cepas de la garrapata *Boophilus microplus* resistentes a ixodicidas.

María Gabriela Mancilla Montelongo

Licenciada en Química por la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) y Doctora en Ciencias Químicas por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cádiz (UCA). Cuenta con dos estancias postdoctorales en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.



(IPICYT) y Colegio de Postgraduados. Actualmente, es investigadora del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT), comisionada a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), en la línea de investigación de compuestos secundarios de plantas en el control de parásitos de animales, para determinar el mecanismo de acción de los compuestos y el valor nutracéutico y/o terapéutico de las plantas para su aplicación en salud animal. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI Nivel I) y miembro de The New York Academy of Sciences, de la Asociación Mexicana de Investigación en Productos Naturales, del American Consortium for Small Ruminant Parasite Control, y del equipo editorial de la revista Tropical and Subtropical Agroecosystems. Cuenta con diversos artículos de investigación y difusión publicados en revistas de alto impacto.

Carlos Enrique Jasso Villazul

Médico Veterinario Zootecnista por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Maestro en Administración en Organización por la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM. Actualmente, es director del Centro Nacional de Servicios de



Diagnóstico en Salud Animal (CENASA), de la Dirección General de Salud Animal del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y

Diagnóstico en Salud Animal (CENASA), de la Dirección General de Salud Animal del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). A lo largo de su carrera, ha tenido diversos cargos como el de subdirector de Parasitología en el Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal (CENAPA), secretario del Comité de Parasitología y Parasitocidas del Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal (CONASA), miembro de la Comisión de Parasitocidas de la Industria Farmacéutica Veterinaria (INFARVET), jefe de Departamento de Hemoparásitos y Helmintología del Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal (CENAPA), Laboratorio de Referencia de la OIE en Babesia y Anaplasma. Laboró en la Comisión para la prevención de la Fiebre Aftosa y otras enfermedades exóticas de los animales del SENASICA y en la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud. También fue médico-clínico en el Centro de Recría de la Cuenca Lechera de Tizayuca, Hidalgo. Sus líneas de trabajo son el diagnóstico de las enfermedades infecciosas de los animales y la constatación de productos biológicos para la prevención de las enfermedades de los animales.

Salvador Neri Orantes

Médico Veterinario Zootecnista, con dos diplomados. Cuenta con 40 años de trabajo en el Gobierno Federal, en el área de garrapatas y moscas de importancia ganadera. Es coautor de diversos artículos, folletos y diversos materiales de divulgación. Fue jefe del departamento de Ectoparásitos y Dípteros del Servicio Nacional



de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), en donde se realizaron varias evaluaciones de garrapaticidas y mosquicidas para su registro y comercialización con base a la NOM-006-ZOO 1993. Miembro del Dispositivo Nacional de Emergencia de Sanidad Animal (DINESA) y del Comité 17 de Parasitología y Parasitocidas del Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad

Animal (CONASA). Actualmente, es asesor independiente sobre Manejo Integral de Plagas y Resistencia a los plaguicidas enfocado a la garrapata *Boophilus* sp.

Roger Iván Rodríguez Vivas

Médico Veterinario Zootecnista por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Realizó estudios de Maestría y Doctorado en el Área de Parasitología Animal en la Universidad de Liverpool del Reino Unido. Es profesor titular C de tiempo completo de la FMVZ



de la UADY, espacio en el que es coordinador del Cuerpo Académico de Salud Animal. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONAHCYT, (SNI, Nivel III). Es miembro y coordinador de la sección sur-sureste de la Academia Veterinaria Mexicana, A.C. y de la Academia Mexicana de Ciencias. Fue presidente de la Asociación Mexicana de Parasitólogos Veterinarios A.C. (2006-2010). Tiene una destacada trayectoria científica, tiempo en el que ha publicado diversos artículos científicos arbitrados de carácter nacional e internacional de alto impacto. Es autor o editor de cuatro libros y dos manuales sobre Medicina Veterinaria. Ha recibido varios reconocimientos a nivel nacional. El Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la UADY le ha otorgado el Mérito a la Investigación en dos ocasiones, así como el Mérito Académico en tres ocasiones. En el 2020, recibió el "Mérito Ganadero 2020" por la Asociación Ganadera Local de Tizimín y medalla Quetzalcóatl Dorado por la Asociación Mexicana de Escuela y Facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Sus programas de investigación se han basado en el estudio de las principales enfermedades parasitarias que afectan a los animales y al humano.

Carlos Agustín Vega y Murguía

Médico Veterinario Zootecnista por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Master of Science in Veterinary Medical Science por la Universidad de Illinois en Champaign/Urbana y es doctor por la Universidad de Missouri-Columbia, complementando su formación profesional con múltiples cursos



de actualización particularmente en las disciplinas de inmunología y parasitología. Fue investigador en el antiguo Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (actualmente Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)). Fue Director del Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Parasitología Veterinaria desde su fundación hasta su jubilación en 2017. De la misma manera, en esos años laboró como profesor en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), fue fundador del programa de posgrado en Parasitología Veterinaria y profesor de asignatura en la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Su trayectoria profesional lo ha llevado a publicar cientos de documentos, entre artículos científicos, folletos y resúmenes en el ámbito nacional e internacional incluyendo libros y capítulos de libro. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores de 1986 a 2029, de la Academia Veterinaria Mexicana, A.C, y de la Asociación Mexicana de Parasitólogos Veterinarios A.C. habiendo fungido como su presidente de 1986 al 1987. Es instructor en eventos internacionales de capacitación, auspiciados por Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Editor en Jefe de Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias y árbitro de Técnica Pecuaria en México.

Aldo Bruno Alberti Navarro

Médico Veterinario Zootecnista por la Universidad Nacional Autónoma de México. Cuenta con 33 años de antigüedad en la academia en el Área de Medicina y Zootecnia de cabras. Técnico Académico titular "C" de tiempo completo en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).



Es profesor de asignatura de la materia de Medicina y Zootecnia Caprina. Fue coordinador del Área Caprina en un Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión (CEIE) 2004-2014, coordinador del Área Ovina en un CEIE 2004-2014, coordinador del Servicio Social de 2005-2016. Médico Veterinario Zootecnista certificado por el Consejo Nacional de Educación de la Medicina Veterinaria y Zootecnia, A. C. (CONEVET) 2018-2023. Socio Fundador (2007) de la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Caprinos, A.C. (AMMVECA). Es autor de diversos artículos de investigación en revistas nacionales e internacionales indexadas. Obtuvo dos premios Gustavo Baz Prada a los mejores servicios