

# EPIDEMIOLOGÍA DE LA GASTROENTERITIS VERMINOSA DE LOS OVINOS EN LAS REGIONES TEMPLADAS Y CÁLIDAS DE LA ARGENTINA

JR Romero<sup>1</sup>, CA Boero<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Diagnóstico e Investigaciones Veterinarias CEDIVE  
Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Nacional de La Plata.

<sup>2</sup>Director Técnico de Laboratorio Mesopotámico.

**RESUMEN:** Se presenta una discusión sobre epidemiología del parasitismo gastrointestinal de lanares con especial énfasis en la problemática de áreas templadas. Se revisa la información disponible en la Argentina y Uruguay, discutiendo situaciones sobre las que no se dispone de datos experimentales. Además se analiza el problema de la resistencia a antihelmínticos con vistas al manejo integrado del parasitismo como alternativa.

**Palabras clave:** Gastroenteritis verminosa, ovinos, Argentina, epidemiología

## EPIDEMIOLOGY OF PARASITIC GASTROENTERITIS OF SHEEP IN TEMPERATE AND WARM AREAS IN ARGENTINA

**ABSTRACT:** The paper discusses epidemiological aspects of gastrointestinal parasitism, particularly in temperate areas, and reviews available information on real situations of Argentina and Uruguay. In addition some aspects of drug resistance are discussed pointing out the use of integrated management systems as an alternative measure to control parasitism.

**Key words:** Parasitic gastroenteritis, sheep, Argentina, epidemiology

Fecha de recepción: 11/04/00

Fecha de aprobación: 10/01/02

---

**Dirección para correspondencia:** Jorge Romero. Centro de Diagnóstico e Investigaciones Veterinarias CEDIVE, Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Nacional de La Plata. CC 147 (B 7130) Chascomús, ARGENTINA **E-mail:** [jromero@fcv.unlp.edu.ar](mailto:jromero@fcv.unlp.edu.ar)

---

## INTRODUCCIÓN

Las existencias ovinas del país se estiman actualmente en algo menos de 15 millones de cabezas, la mitad de las cuales está en la Patagonia. La provincia de Buenos Aires tiene unos 3 millones, Corrientes y Entre Ríos tienen 1.800.000, y el resto está distribuido en explotaciones de importancia menor, o vinculadas a economías de subsistencia en todo el país.

En términos generales la explotación de la Patagonia es eminentemente lanera, especializada en lanas finas, predominando raza Merino, salvo en las provincias de Santa Cruz y Tierra del Fuego, donde tiene gran representatividad la raza Corriedale.

En Buenos Aires existe gran diversidad de razas y tamaños de explotación: en la región Sudeste y Sudoeste hay Merino y Corriedale, mientras que en la Zona Deprimida del Salado predominan las existencias de Romney y Corriedale, resultando insignificantes en la actualidad las majadas de Lincoln. Existen en la Pampa húmeda gran cantidad de majadas pequeñas, de consumo sin proyección comercial. Si bien no son numéricamente importantes, las explotaciones lecheras son un interesante foco de atención, las razas más importantes constituyen cruces Frisonas y en menor medida, Texel y Manchega. En la Mesopotamia existen aún importantes explotaciones comerciales siendo predominantes las razas Corriedale, Romney e Ideal (Polward).

El negocio de carne, es el consumo interno (y de estancia). La depresión del mercado de lanas en las últimas décadas, ha sido la causa de la reducción del stock en la Argentina y en otros países. El parasitismo gastrointestinal es la variable sanitaria más importante de explotación de lanas en áreas templadas y por ello hemos puesto en éstas el enfoque de la presente revisión.

### **Principales especies que parasitan a lanas en nuestro medio.**

Los especies gastrointestinales más importantes aislados en lanas en nuestro país revisadas por Johnstone (1), Lukovich (2), M. Suárez (3), V. Suárez (4, 5) entre otros son:

#### **Estómago:**

*Ostertagia ostertagi*, *O. lyrata*, *O. trifurcata*, *Marshallagia marshalli*, *Teladorsagia circumcincta*, *T. daviana*.

*Haemonchus contortus*, *H. placei*

*Trichostrongylus axei*

#### **Intestino delgado:**

*T. colubriformis*, *T. vitrinus*, *T. longispicularis*, *T. capricola*

*Strongyloides papillosus*

*Cooperia serrata*, *C. curticei*, *C. oncophora*, *C. mcmasteri*, *C. pectinata*

*Nematodirus filicollis*, *Nematodirus spathiger*, *N. abnormalis*, *N. oriatianus*, *N. battus*, *N. helveticus*

*Bunostomum trigonocephalum*

*Toxocara vitulorum*

#### **Intestino grueso**

*Chabertia ovina*

*Oesophagostomum columbianum*, *O. venulosum*

*Trichuris ovis*

### **Reseña del ciclo evolutivo:**

No es intención de la presente revisión extenderse en este sentido y sólo se hará una breve referencia. Las hembras adultas de estas especies depositan sus huevos en la luz del tracto gastrointestinal, los que se eliminan con la materia fecal del hospedador.

Las larvas de *Toxocara* spp. (Orden *Ascaridida*) y *Trichuris* (Orden *Trichurida*), evolucionan dentro del huevo. Cuando éstas maduran constituyen la forma infectante, existiendo en el primero, además, transmisión transplacentaria. Las formas parasitarias de *Strongyloides* spp. (Orden *Rhabditida*) son hembras partenogenéticas. Sus huevos, una vez en el medio, dan lugar a la formación de generaciones de adultos de vida libre y larvas 3 infectantes. Estas pueden también provenir de esas generaciones de vida libre. Las L3 de *Strongyloides* spp., infectan atravesando la piel o la mucosa oral de los animales, con lo que las infecciones suelen ser muy tempranas. Luego de una migración traqueal alcanzan el intestino delgado y en pocos días cumplen totalmente el período prepatente iniciando la oviposición.

El resto de los nematodos mencionados pertenecen al orden *Strongylida* con un patrón de ciclo evolutivo similar, en que los huevos liberados con la materia fecal evolucionan en el medio ambiente (generalmente en el interior de la masa de heces) eclosionando una L1. Esta se alimenta en el medio fecal, crece y muda dos veces. La larva 3 surgida de esa segunda muda retiene la cutícula de la L2, lo que le da gran resistencia a las condiciones ambientales (como excepción, *Nematodirus* spp. alcanza el estado L3 dentro del huevo y luego eclosiona conservando su doble cutícula) Este proceso dura entre poco más de una y seis semanas, según la temperatura, pudiendo dete-

nerse cuando las temperaturas son inferiores al umbral de cada especie, o retomarse si las condiciones no han sido letales. Las L1 y 2 son las más susceptibles. La L3 es la infectante y su supervivencia y capacidad de dispersión es clave en el proceso de alcanzar al siguiente hospedador. Pueden sobrevivir varios meses y en condiciones ideales, hasta un año o más. Una vez ingeridas las L3 deben fijarse en su órgano blanco, luego de lo cual vuelven a mudar. En su estado de L4 son histotróficas y, eventualmente, pasan un período en hipobiosis que prolonga a veces por varios meses. El tiempo de prepatencia normalmente es de 3 a 4 semanas en *Trichostrongylidae* y de 6 a 8 en *Strongylidae* para alcanzar el estado adulto en la luz del estómago o intestino.

### **El daño que producen los parásitos:**

Las lesiones en el estómago producidas por *Ostertagia* spp., *Teladorsagia circumcincta*, y *Trichostrongylus axei*, alteran la funcionalidad de las glándulas. Esto disminuye la producción de ácido clorhídrico, elevando el pH gástrico e impidiendo la activación del pepsinógeno, con la consiguiente falta de digestión proteica. La infiltración e inflamación de la mucosa altera la continuidad de las uniones desmosómicas entre células epiteliales con el consiguiente pasaje de proteínas hacia la luz de la viscera y eventualmente de pepsinógeno al plasma. Luego, la diarrea se debe al pasaje de quimo indigesto al intestino, y la hipoproteïnemia a la pérdida osmótica y a la falta de digestión péptica. *Trichostrongylus axei*, cuyos adultos introducen su extremidad anterior en la lámina propia y en distinto grado las formas juveniles de éstos y de *Haemonchus* spp., producen el mismo cuadro dominado por la reacción del hospedador (6).

*Haemonchus contortus*, tiene una acción parasitaria expoliatriz hematófaga, el signo característico es la anemia. Como es muy elevado su potencial biótico suelen alcanzarse rápidamente altas cargas parasitarias por esta razón el cuadro de anemia y muerte de los animales se presenta también muy rápido (en esos brotes son comunes niveles de hematocrito de 15 %). Cuando los picos de infección coinciden con la parición, esos cuadros se presentan también en animales adultos, y si la parición coincide con el final de un período de hipobiosis, pueden registrarse cargas elevadas en las hembras paridas.

*Cooperia* spp. y *Nematodirus* spp., producen lesiones superficiales en la mucosa intestinal las que revisten gravedad sólo en infecciones importantes. Las infecciones intestinales por *Nematodirus* spp. son frecuentes en corderos y difícilmente

alcanzan cargas elevadas. De los huevos que sobreviven cómodamente inviernos fríos, eclosionan larvas en primavera que infectan a animales jóvenes en los que rápidamente inducen inmunidad que, de alguna forma, limita una larga sucesión de reinfecciones. La estacionalidad es relativamente menos marcada en zonas cálidas pero su abundancia es siempre baja. Las especies de *Cooperia* no alcanzan en nuestro medio cargas elevadas y varían según la cohabitación de potreros con terneros y la existencia de infecciones cruzadas. *Bunostomum* sp. es un parásito de gran patogenicidad por su acción expoliatriz y efecto traumático. No es frecuente hallar altas cargas.

Las especies de *Trichostrongylus* que habitan el intestino delgado, especialmente *T. colubriformis* son más patógenas y los adultos lesionan más profundamente en la mucosa sumando a los efectos de la reacción inflamatoria los de su acción expoliatriz.

Las diarreas en corderos son típicas en la Provincia de Buenos Aires en invierno y se asocian a gastroenteritis causadas principalmente por *Ostertagia* spp., *Teladorsagia* spp., *Trichostrongylus* spp. y *Cooperia* spp. Las "cascarrias" que se observan a fines de invierno se asocian a este tipo de infecciones gástricas o intestinales.

Finalmente, en el intestino grueso suelen hallarse cargas de varios cientos de *Trichuris ovis*, *Oesophagostomum* spp. cuya marcada patogenicidad las hace relativamente graves. La reacción de hipersensibilidad retardada en torno a los sitios de ubicación histotrófica de las larvas de *Oesophagostomum* spp. se traduce en un trastorno clínico sólo con infecciones importantes en las que los adultos también afectan la mucosa intestinal y ejercen su acción expoliatriz. Las cargas de *Chabertia ovina* no presentan grandes alteraciones, no porque el parásito no sea potencialmente agresivo sino porque las posibilidades de alcanzar altas cargas están limitadas. Los hallazgos de esta especie en áreas templadas son siempre en escasa cantidad.

Estudios de pérdidas en la región semiárida pampeana (4, 5, 6, 7), arrojaron diferencias de 3 a 4 kg en la ganancia de peso en recría de borregos, agravada por mortandades y otras alteraciones productivas en los picos de parasitismo. Por otro lado Castells y col. (8) demostraron también en el Uruguay pérdidas potenciales por mortandad en recría de hasta el 50 %, de un 23 % en el peso vivo de animales no tratados, más un 29 % en el peso del vellón, además de pérdidas en la calidad de lana.

## BASES PARA LA COMPRESIÓN DE LA EPIDEMIOLOGÍA

La dinámica del parasitismo puede representarse por modelos conceptuales de la situación de campo que valoren la presencia, abundancia, distribución espacial (regional o dentro de un determinado nicho) y temporal (estacionalidad) de las principales especies. Estos parámetros están influidos por 4 grupos de factores (9).

### 1. Dependientes de los parásitos:

Los parásitos de ciclo directo habitan en dos ambientes durante su ciclo vital: el medio externo, donde evolucionan expuestos a condiciones climáticas variables y a los factores de dispersión; y el hospedador, en el que enfrentan la localización de su nicho de ubicación, la respuesta inmune, la competencia entre especies parasitarias y los tratamientos farmacológicos.

Los factores de adaptación son genéticos, predeterminados en cada especie o en cada cepa y de ellos depende el comportamiento individual o poblacional.

Entre esos factores los principales son: potencial biótico, rango de adaptación a factores climáticos, aptitud para la hipobiosis y resistencia a los medicamentos. Los tres primeros se analizarán seguidamente, dedicándose a la resistencia a los medicamentos un espacio más adelante.

### Potencial biótico

Se denomina potencial biótico al potencial de multiplicación de una especie en función del tiempo. Su expresión matemática es una relación entre el tiempo de generación y la fecundidad (el valor de la fecundidad está condicionado al tipo de reproducción, sexual o asexual, la existencia de

hospedadores intermediarios y eventual multiplicación en ellos, etc.). La expresión de este potencial está muy influida por los factores ambientales y del hospedador. En la tabla 1 se muestran tres especies hipotéticas, de igual potencial biótico.

En especies con sexos separados, la probabilidad de nacimiento de hembras modificará estos valores (reducirá a la mitad en cada generación los individuos a multiplicar).

Las variaciones en la duración del período de postura y la supervivencia potencial de las formas infectantes en el medio ambiente, modificará tanto el valor de la fecundidad como el tiempo real de cada generación.

El potencial biótico representa el valor en situación ideal de adaptación al medio ambiente, y se modifica siempre reduciéndose según los ambientes y las circunstancias hasta el límite de la supervivencia de la especie en cada región.

Los que siguen son ejemplos de diferencias en la ovipostura diaria:

|                              |                |
|------------------------------|----------------|
| <i>Haemonchus</i> spp.       | 5.000 - 10.000 |
| <i>Ostertagia</i> spp.       | 200 - 300      |
| <i>Cooperia</i> spp.         | 100 - 2.000    |
| <i>Trichostrongylus</i> spp. | 100 - 200      |
| <i>Nematodirus</i> spp.      | < 100          |

Ejemplos de diferencia entre períodos prepatentes de nematodes gastrointestinales de rumiantes:

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| <i>Haemonchus placei</i>     | 26-28 días |
| <i>Ostertagia ostertagi</i>  | 18-23 "    |
| <i>Trichostrongylus axei</i> | 18-21 "    |
| <i>Cooperia</i> spp.         | 11-14 "    |

Tabla 1. Especies hipotéticas de potencial biótico equivalente

Table 1. Biotic potential equivalence of different hypotetic species

| Especie | Fecundidad<br>(individuos totales de cada generación o producidos en una unidad de tiempo )<br>-Producción sexual o asexual | Tiempo de generación<br>(periodo entre el inicio de la vida de una generación y el inicio de la siguiente)<br>días | Potencial biótico<br>número de generaciones y de individuos posibles a los 40 días |
|---------|---|--|--|
| a       | 100.000.000   | 40   | 1 generación: (100.000.000 <sup>1</sup> )<br>(10 <sup>8</sup> individuos)          |
| b       | 10  | 5  | 8 generaciones (10 <sup>8</sup> )<br>(10 <sup>8</sup> individuos)                  |
| c       | 10.000  | 10   | 4 generaciones (10.000 <sup>4</sup> )<br>(10 <sup>8</sup> individuos)              |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| <i>Nematodirus helvetianus</i>  | 21-26 días |
| <i>Bunostomum phlebotomum</i>   | 52-56 "    |
| <i>Oesophagostomum radiatum</i> | 35-41 "    |
| <i>Strongyloides papillosus</i> | 9 "        |

### **Rango de adaptación a condiciones ambientales:**

Las diferentes temperaturas umbrales para iniciar o detener el desarrollo de las formas de vida libre o limitar su supervivencia, la humedad relativa del ambiente (HRA), y la cantidad de horas con temperatura adecuada, condicionan la distribución regional y la tendencia estacional del parasitismo por cada especie. Si bien *Haemonchus contortus* tiene un gran potencial biótico ve limitado su desarrollo con menos de 11 °C de temperatura media, y la sobrevivencia de las larvas se compromete severamente por temperaturas cercanas a los 0 °C. *Ostertagia*, y más aún *Nematodirus* (que evoluciona hasta L3 dentro del huevo) pueden evolucionar con temperaturas de apenas 6 °C, y sobrevivir cerca de los 0°C. A su vez las L3 de estas especies están menos adaptadas para soportar períodos calurosos prolongados especialmente si la HRA es baja (< 60 %). En general las vainas de las larvas 3 de los trichostrongilidos y los huevos (en *Trichuris-Toxocara*) protegen a las formas infectantes, pero la resistencia es diferente entre especies. *Cooperia* spp., *Trichostrongylus* spp., *Haemonchus* spp. y *Bunostomum* spp., tienden a desarrollarse y sobrevivir mejor en climas cálidos lo que les da mayor oportunidad y explica su distribución abundante en el Noreste del país, su estacionalidad en áreas templadas y su inexistencia en la Patagonia.

Entre los factores de dispersión desde la bosta hacia el pasto, con el que serán ingeridas por sus hospedadores, la lluvia es el más importante, (también el pisoteo, especialmente en sistemas de pastoreo intensivo) y, en algunas áreas, el riego. Una vez fuera del refugio que representa la bosta, las larvas están mucho más expuestas a la desecación.

### **Hipobiosis:**

La hipobiosis en el estado de L4, dentro de la mucosa del tracto gastrointestinal, es determinada genéticamente y su presentación está condicionada por factores ambientales soportados fuera del hospedador (10). En la zona templada de la Argentina, y Uruguay con veranos calurosos y relativamente secos, la inhibición se produce durante la primavera-verano en el caso de *Ostertagia* spp. (11, 12) o en invierno para *Haemonchus contortus*, menos resistente a las condiciones frías

(13, 14). La posibilidad de atravesar períodos prolongados como larvas hipobióticas determina que sobrevivan a períodos desfavorables desde el punto de vista climático, y la reactivación masiva puede asociarse a trastornos clínicos severos, incluso en ovejas adultas cuando la desinhibición coincide con el parto en ovejas. Es muy importante el impacto sobre la infección temprana de los corderos que tienen estas poblaciones de helmintos adultos en las madres.

### **2. Dependientes del ambiente:**

Condicionan la mayor o menor abundancia de parásitos en los sistemas. Se expresan en la variación de los períodos de incubación de huevos, tasas de eclosión y sobrevivencia de los estadios de vida libre, y aún en los niveles y época de hipobiosis de las L4 en los tejidos de hospedadores. El ambiente permite o no la instalación de poblaciones de diferente aptitud en distintas regiones, y condiciona su estacionalidad, además limita el potencial biótico con lo que determina diferentes niveles de riesgo para las poblaciones de hospedadores. Gordon en Australia y Levine en EE. UU. (21), entre otros, han contribuido a la comprensión de las relaciones del clima con la epidemiología. Mediante los bioclimatogramas han podido definir épocas de riesgo de enfermedad en función de las condiciones generales aptas para el desarrollo y traslación de formas infectantes en el suelo, determinando condiciones regionales y estacionales que explican y predicen la tendencia al establecimiento y abundancia de diferentes especies.

Los bioclimatogramas se construyen en un diagrama cartesiano donde las abscisas indican las precipitaciones mensuales y las ordenadas las temperaturas medias de una región dada. Se indican los puntos de ocurrencia de ambas variables para cada mes del año y se señalan los valores umbrales para el desarrollo de la fase exógena de las especies a analizar, considerando 50 mm de precipitaciones mensuales como suficientes para iniciar la dispersión de las larvas. Los meses encerrados entre los umbrales de ambas variables son epidemiológicamente aptos y tanto más cuanto más hacia la derecha y arriba del diagrama se encuentren. No obstante, sobre las variables afectadas regularmente por el ambiente influyen otras dependientes de las condiciones del clima en cada año, del suelo, la vegetación y, especialmente de situaciones de manejo, por lo que en el diagnóstico del riesgo dentro de cada explotación se requiere el monitoreo particular de cada lugar.

### 3. Dependientes de los hospedadores:

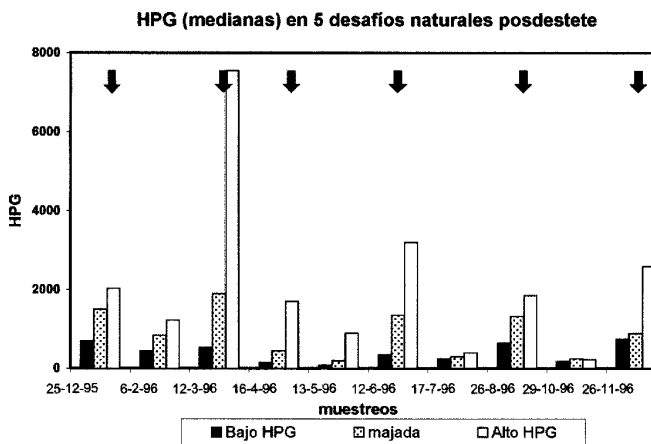
Un hecho relevante es que la mayor parte de los parásitos se encuentran en estado natural, en un número reducido de hospedadores más susceptibles. Por lo tanto éstos condicionan por su abundancia y nivel de susceptibilidad el desarrollo de las poblaciones de aquellos. El condicionamiento se expresa en la tasa de establecimiento de formas infectantes, sobrevivencia y prolificidad de los parásitos.

El primer ámbito de variabilidad en la susceptibilidad de los hospedadores es filogenético. La adaptación mutua a lo largo de la evolución, que ha hecho que las especies parásitas desarrollen "ajustes" con variables bioquímicas, anatómicas y fisiológicas de sus hospedadores. El segundo plano es de carácter inmunológico: los parásitos exponen antígenos estructurales o somáticos y funcionales en los distintos estados de su evolución ontogénica, que inician, reacciones inmunes en el hospedador. Las más caracterizadas son: a) la eliminación de L3 que intentan establecerse, por medio de reacciones de hipersensibilidad, gatillada por reacciones específicas mediadas por IgE que se fijan a los mastocitos y desencadenan la serie de eventos del fenómeno alérgico; b) la eliminación de estados parasitarios en diferente nivel de desarrollo y adultos, gatillado por mecanismos similares o de citotoxicidad mediada por diferentes células efectoras (linfocitos, eosinófilos, etc.); c) reacciones de hipersensibilidad retardada o producción de complejos de anticuerpos con antígenos funcionales parasitarios en áreas expuestas de los parásitos que neutralicen o condicionen el desarrollo, las migraciones, la cópula o hasta el ritmo de oviposición de las hembras. La capacidad de respuesta inmune evoluciona con la edad y las experiencias de parasitismo y los individuos adultos alcanzan un elevado nivel de resistencia.

Los niveles de susceptibilidad individual varían genéticamente entre individuos de igual categoría y a los fines prácticos se estudian desde dos puntos de vista: la tolerancia, que es la capacidad de algunos hospedadores de albergar gran cantidad de parásitos sin sufrir sus efectos en la producción o la salud, y de resistencia que es la aptitud de algunos hospedadores para interrumpir total o parcialmente el ciclo y la reproducción de las poblaciones parásitas a que es expuesto (15). Estos dos factores incrementan aún más la heterogeneidad de la distribución de parásitos dentro de la majada (16). En la figura 1 se expresan diferentes niveles de resistencia de animales expuestos desde el destete a igual nivel de infección con

trichostrongilidos y observados por su eliminación de huevos (HPG) en varios períodos de desafío natural (17).

Figura 1. Diferentes niveles de resistencia en animales de recría de raza Polward tomados al azar  
Figure 1. Different levels of resistance in Polward animals in randomized samples.



La correlación entre los recuentos de huevos en la materia fecal y la carga de nematodos adultos en animales de necropsia de líneas de ovinos resistentes y no resistentes es elevada. Se ha demostrado una mayor infiltración de eosinófilos en la mucosa gastrointestinal en animales resistentes, lo que junto con otras evidencias inmunológicas fundamentan esa mejor reacción. El pastoreo separado de poblaciones más resistentes determina una menor contaminación y menor desafío ulterior que en el equivalente de poblaciones susceptibles. La heredabilidad de la resistencia, estimada en distintos trabajos está entre 0,26 y 0,30. En ambos subgrupos pueden existir individuos que soporten las cargas parasitarias con buenos niveles de producción en comparación con otros que se resientan, la selección por tolerancia ha sido muy discutida por ser aparentemente de menor heredabilidad que la de la resistencia y más difícil de evaluar. Uno de los primeros parámetros estudiados en el fenotipo de estos animales fue la capacidad de mantener elevado hematocrito frente a infecciones por *H. contortus*. Se encontró en diferentes trabajos una heredabilidad extremadamente baja de este carácter (0,09). En cambio cuando se evaluó mediante un test de progenie a campo, en el cual las crías fueron tratadas sólo por evolución de parámetros clínicos, los indicadores como edad al primer tratamiento, frecuencia o número de tratamientos en un tiempo dado; y productivos como ganancia de peso hasta el destete o en un período dado, ha resultado de gran expectativa y justifica el man-

tenimiento de programas de investigación en Nueva Zelanda (18). No existe correlación entre la selección por resistencia y selección realizada por resiliencia o tolerancia, por lo que programas simultáneos o secuenciados de selección no deberían interferir entre sí ni con la evolución de la selección por parámetros productivos.

Los animales adultos son más resistentes que los jóvenes pero ese estado de mayor resistencia puede variar en diferentes estados reproductivos. El "alza de la lactancia" en la eliminación de huevos en ovejas desde proximidades del parto y hasta el destete, ha sido observado y descrito por gran cantidad de autores y es de cotidiano conocimiento de los productores. Este aumento en la susceptibilidad del lanar tiene que ver con los cambios inmunológicos (especialmente en la actividad mitótica de los linfocitos) influidos por las concentraciones elevadas de glucocorticoides y de prolactina). En la tabla 2 se presentan las diferencias en los valores de HPG de ovejas paridas y secas igualmente expuestas a infección natural en la Provincia de Corrientes.

Las diferencias en resistencia genética observada en corderas jóvenes se expresa también en estado adulto frente a la relajación inmune del periparto.

Tabla 2. HPG en ovejas de raza Polward a 15-30 días de paridas y secas, igualmente expuestas a infección natural.

Table 2. Fecal egg count (FEC) in Polward ewes at 15-30 days postpartum and dry, with the same exposition to natural infection.

|                  | hpg ovejas   |                |
|------------------|--------------|----------------|
|                  | <i>secas</i> | <i>paridas</i> |
| Mediana          | 0            | 1500           |
| Promedio         | 58           | 1664           |
| Valores extremos | 0-200        | 150-7950       |

#### 4. Dependientes del sistema

Las características emergentes de los sistemas no son sólo sumatoria de los factores presentes, sino que resultan de la interacción de los mismos, por lo tanto el manejo y desenvolvimiento de otras variables no estrictamente parasitológicas contribuyen a determinar las tasas de infección y su efecto sobre la producción, los tratamientos antihelmínticos, los cambios de potrero y los niveles de alimentación a que están sometidos los animales (19). La variación en la suscepti-

bilidad de los ovinos expuestos, y el pastoreo simultáneo o alternado con especies no susceptibles, afectan la dinámica y diversidad natural de las poblaciones. Las cargas elevadas en sistemas intensivos generan altas tasas de contaminación aún con niveles iniciales bajos de eliminación de huevos, lo que se traduce en una elevada traslación e infección posterior en los animales.

#### EPIDEMIOLOGÍA EN DISTINTAS REGIONES.

##### Un modelo de tendencias en la contaminación de pasturas.

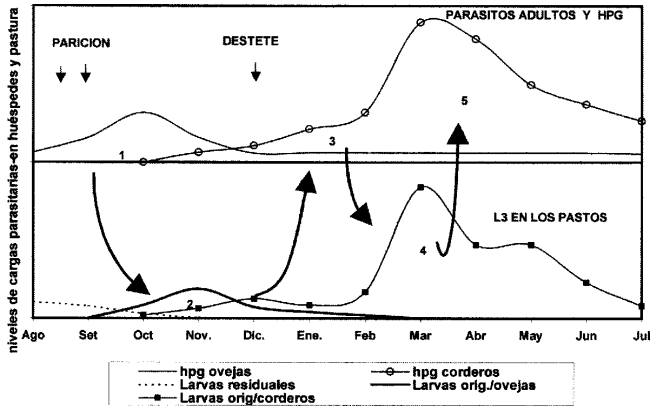
En la figura 2 se describe un modelo de infección mixta predominantemente otoño-invernal de áreas templadas (20) comparable lo que ocurriría, por ejemplo, en nuestra Pampa húmeda con una majada de parición de primavera.

Durante la lactancia la oveja se convierte en una multiplicadora del pie de infección encontrado. Cuando la parición coincide con el período de desinhibición de larvas de *Haemonchus contortus* (primavera) y con abundancia de larvas de otras especies en el pasto, la oveja lactante produce la primera multiplicación que funda la población de la temporada siguiente que encontrará en los corderos al pie y luego del destete los hospedadores susceptibles necesarios. Cuando la parición ocurre en el pico de condiciones favorables al ciclo externo de *Haemonchus contortus* (otoño) la infección en las madres tiende a ser elevada e incluso producir mortandad.

En nuestro medio no han sido agotados los estudios epidemiológicos por lo que el análisis debe basarse (por lo menos por ahora) en información fehaciente obtenida en algunas regiones y en datos más o menos atomizados y observaciones no sistematizadas en otras áreas. Plantearemos a modo de hipótesis las tendencias en la contaminación de las pasturas y las épocas de riesgo para cada región y principales géneros parasitarios y trataremos de confrontarla con la información disponible. Para la obtención de esa información, el trabajo fundacional fue probablemente el relevamiento y consideraciones sobre las parasitosis ovinas de la Patagonia, llevado a cabo por Johnstone y col. (1), aunque definió la problemática de una región cuyo análisis no es objeto del presente. La mayoría de las infecciones son subclínicas pero merecen interés los estudios puntuales en cada región. Encierran algún riesgo epidemiológico las concentraciones de animales en los mallines durante el verano. Estudios posteriores demuestran que los sistemas de explotación

Figura 2. Modelo de infección de pasturas de zonas templadas ocupadas en forma permanente por lanares (adaptado de Mc Ewan 1994).

Figure 2. Pasture-animal infection model, in permanent sheep occupation systems of temperate areas. (adapted from Mc Ewan 1994)



Al final de la preñez y durante la lactancia se produce el "alza de lactancia" (1), lo que genera un aumento en la oferta de larvas en poco tiempo (2). Esa población renovada es la fuente principal de infección para los corderos, hacia fines de la lactancia y especialmente a partir del destete si se produce en el mismo ambiente(3). Los corderos jóvenes son altamente susceptibles y los parásitos tienen una elevada producción de huevos que genera una mayor contaminación de los pastos (4) la que, dependiendo de las condiciones ambientales y del potencial biótico de las especies dominantes, producen en una o dos generaciones una elevada oferta de larvas infectantes que es responsable de las mayores cargas parasitarias de los animales (5).

"Peripartum race" is coming on (1) later in pregnancy and in milking time and increase L3 disponibility in short time (2). This renovated larva population is source of lamb infection, later in lactation and after weaning (3). Young lambs are highly susceptible and the egg output is increasing (4). This, develops a high L3 disponibility after one or two generations, in depending on environment conditions and predominant species and led to major parasitic burdens in animals (5).

intensivos, o bajo riego, pueden aumentar los niveles de riesgo.

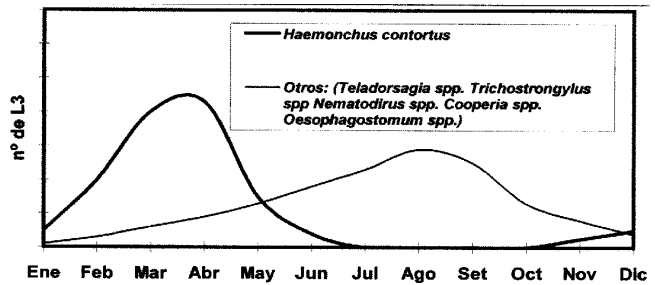
Rosa y col. (21), estudiaron el parasitismo gastrointestinal (PGI) en el Sudeste de la provincia de Buenos Aires, aunque no ofrecieron precisiones señalaron que entre los meses entre junio y octubre el predominio es de *Trichostrongylus* spp., *Nematodirus* spp., y *Cooperia* spp., siendo regular la abundancia de *Ostertagia* spp. en todo el año.

Nuestra experiencia de estudios no sistemáticos coloca a *Haemonchus contortus* como la especie prevalente desde mediados de verano y hasta bien entrado el otoño, y como responsable de los mayores trastornos. Las especies de strongilidos de menor potencial biótico y mayor

adaptación invernal tienden a acumularse durante el otoño e invierno produciendo picos a fines de invierno en los que tienden a presentarse *Trichostrongylus* spp, *Cooperia* spp., *Nematodirus* spp. y en menor medida *Ostertagia* spp. y *Teladorsagia* spp.

Figura 3: Tendencia de la distribución de la carga parasitaria de larvas en las pasturas para la Pampa Húmeda

Figure 3: Parasitic burden distribution in Humid Pampa pastures



*Haemonchus contortus* adquiere su mayor proporción desde fin de verano y durante el otoño. Afecta a borregos de dientes de leche, y ovejas, especialmente cuando la parición es de abril-mayo. Con el correr de los meses, hacia fines de invierno y principios de primavera predominan en la composición de las cargas los géneros *Trichostrongylus*, *Nematodirus* y *Cooperia*, en mucho menor medida *Teladorsagia circumcincta* y *Ostertagia* spp. que constituyen fuente de infección de ovejas adultas de parición de primavera. Este patrón tiende a modificarse o atenuarse en explotaciones mixtas con menor relación ovinos/bovinos.

*Haemonchus contortus* frequency is highest later in summer and early autumn, affecting after-weaning lambs and pregnant sheep (autumn parturition). In later winter and early spring *Trichostrongylus* spp, *Nematodirus* spp and *Cooperia* spp. are dominant and low number of over *Teladorsagia circumcincta* and *Ostertagia* spp. are present. They are source of infection for adults sheep of spring parturition. Intensity of values in this pattern may change in farms with smaller ovine/bovine ratio.

(Figura 3).

Balbi (14) (en INTA Castelar) demostró que la evolución exógena de los huevos y larvas de *Haemonchus contortus* se interrumpe durante el invierno siendo también mínima la supervivencia de larvas y traslación en julio y agosto en la Provincia de Buenos Aires. En el Uruguay, Nari y col. (22), realizaron un estudio sobre dinámica del PGI. Ellos encontraron un pico de parasitismo por *Haemonchus contortus* en borregos y en ovejas entre los meses de febrero y mayo. En borregos «tracers» de 6 a 12 meses, describen sin embargo un pico entre junio y septiembre, demostrando para ese período la mayor tendencia a hipobiosis de este género. Aunque estos datos no son de la Argentina orientan el entendimiento de lo que ocurre en esa latitud.

Los primeros trabajos sistemáticos se rea-

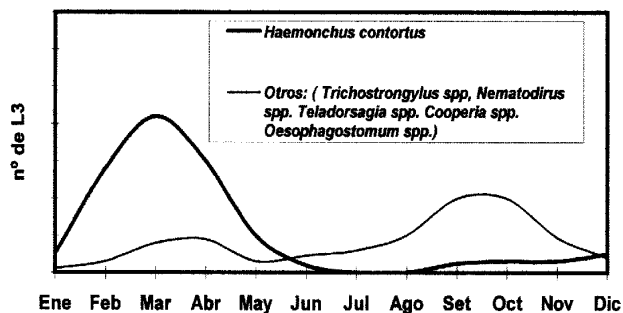


lizaron en La Pampa. En un conjunto de estudios detallados de seguimiento en ovejas y en cordeles, describió la dinámica del PGI, en la Región Semiárida Pampeana (4, 5). De la necropsia de borregos *tracers* y naturalmente infectados surge a lo largo del año el predominio de *Haemonchus contortus* ente enero y junio. Más lenta es la acumulación de otros géneros (*Trichostrongylus*, *Nematodirus*), que hacen pico entre los meses de agosto y setiembre. En el caso de este último probablemente como consecuencia de la sobrevivencia de larvas durante el invierno, fenómeno este que también pudo ser observado en el Uruguay en corderos que pastorearon pasturas contaminadas por borregos durante el otoño (24). En La Pampa las lluvias son estacionales, secos los inviernos y primavera temprana, además desde fines de otoño no se dan las temperaturas suficientes para la evolución y mantenimiento de los estadios ambientales de *H. contortus*. En ovejas (7) se repite el mismo patrón con un pico a fines de primavera (asociado al parto). Las especies de *Ostertagia* no son prevalentes en las infecciones de esa región. El modelo de tendencias de disponibilidad de larvas puede resumirse gráficamente en la figura 4.

En la provincia de Corrientes Rosa y col. (25), indican una tendencia al aumento de la eliminación de huevos por parte de corderos entre noviem-

Figura 4. Tendencia de la distribución de la carga parasitaria de larvas en las pasturas para la región Semiárida.

Figure 4. Parasitic burden distribution in Humid Pampa pastures



Definida con mayor precisión, está muy influenciada por las lluvias estacionales de primavera a otoño, condicionando la evolución de *haemonchosis*. Durante la primavera las cargas predominantes son de *Trichostrongylus*, *Nematodirus* y en menor medida *Teladorsagia circumcincta*. Los inviernos secos separan marcadamente estos dos períodos y grupos de parásitos. Las ovejas de parición de primavera son fuente de infección de pasturas.

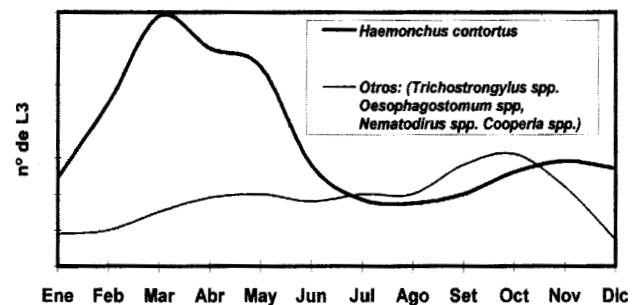
In this area *Haemonchus contortus* burdens are conditioned by seasonality of spring and autumnal rainfall. In spring, *Trichostrongylus* spp. and *Nematodirus* spp. are predominant, and *Teladorsagia* spp. is in low level. Dry winters divide this two periods and parasites groups. Spring lambing sheep are source of spring pasture infections.

bre y junio con predominio de *Haemonchus* spp., Desde fines de invierno la tendencia se revierte y para primavera se determina mayor prevalencia de *Trichostrongylus* spp.

Trabajos inéditos en Corrientes (Vasquez, com. pers) y nuestra experiencia en seguimiento de majadas de la región mesopotámica permiten detectar que la estacionalidad es menos marcada que en la Pampa Húmeda a medida que nos acercamos desde el sur hacia el centro de la provincia de Corrientes. Las temperaturas medias de invierno no son suficientemente frías como para impedir la sobrevida de *Haemonchus contortus*, que está presente todo el año en los recuentos de huevos y en las necropsias de animales de todas las edades, aunque manteniendo el predominio de fines de verano y principios de otoño. También las especies de *Trichostrongylus*, si bien resultan de lenta acumulación hasta fines de invierno y primavera, se encuentran todo el año y con menor proporción en verano. Durante la primavera aparecen otros géneros como: *Oesophagostomum*, *Nematodirus* y *Cooperia* (especialmente en corde-

Figura 5. Tendencia de la distribución de la carga parasitaria de larvas en las pasturas para el norte de la Mesopotamia.

Figure 5. Parasitic burden distribution in Humid Mesopotamic pastures



En el Nordeste, las temperaturas son más elevadas y el régimen pluviométrico mayor que en la región pampeana, especialmente desde mediados de verano y en otoño. Con ello los niveles potenciales de contaminación por *Haemonchus contortus* en las pasturas son máximos, y no puede esperarse una disminución importante ni aún en invierno. Entre las especies de menor potencial biótico, el *Trichostrongylus colubriformis* tiene mayor presencia hacia fines de invierno y durante la primavera. En general todo el año pueden encontrarse infecciones clínicamente importantes, mixtas o con predominio de *Haemonchus contortus*.

Temperatures and rainfall are higher in North East region than pampean area. Weather is humid specially in summer and autumn. *Haemonchus contortus* contamination in this two seasons is maximum, and it's reduction is not important not even in winter. *Trichostrongylus colubriformis* is important later in winter and during spring, and less abundant are *Nematodirus* spp. *Oesophagostomum* spp and *Cooperia* spp. Any time in the year, clinically high burdens with *Haemonchus contortus* predominance may occur.

ros). Resulta necesario contar con trabajos completos en la región mesopotámica y en la provincia de Buenos Aires, que resuman la dinámica del PGI, en función de mejorar los programas de control (Figura 5).

El elevado nivel de infección, la estacionalidad menos marcada en la distribución de la oferta de larvas y la mayor relación ovinos/bovinos en establecimientos correntinos, dificulta la comprensión del fenómeno por parte de los productores, que realizan estos tratamientos sin contemplar diferencias en la composición de la población de parásitos en cada época, en el espectro de las drogas utilizadas, o en la susceptibilidad de las diferentes categorías de hospedadores (hasta 6 y 7 tomas anuales en algunos casos).

## RESISTENCIA A ANTIHELMÍNTICOS

Desde 1957, cuando se comunicó por primera vez la resistencia a la Fenotiazina en EE.UU., y luego en 1964 al Thiabendazole en *Haemonchus contortus*, las citas se han reproducido en todo el mundo (26). El manejo irracional de medicamentos (subdosificación por fallas en el instrumental, la estimación de peso de los animales o mala calidad de los productos), han conducido a la selección de cepas con resistencia a antihelmínticos (RA) como en otras partes del mundo. En nuestro medio se comunicó por primera vez la sospecha de un caso en 1988 (27), haciéndose la primera comprobación en 1993 (28), ambos casos en la Provincia de Buenos Aires. La aparición e intensidad de este fenómeno está en relación directa con la intensidad de los tratamientos. La RA es un factor limitante de la producción en los países donde la cría del lanar está más desarrollada. A nivel nacional en más del 60 % de las majadas se presenta resistencia a algún grupo químico (29, 30).

En la Mesopotamia (31) comprobaron que el 90 % de las majadas presenta resistencia a los bencimidazoles, en la mitad de los casos con eficiencias inferiores al 50 %. El 73 % de los establecimientos presentan resistencia a dos o más grupos químicos. Las parásitos más frecuentemente involucradas fueron *Trichostrongylus* spp. y *Haemonchus* spp.

En Uruguay, donde los estudios de resistencia tienen más antigüedad el 92,5 % de los establecimientos presentan algún nivel de resistencia a alguno de los grupos. Se ha comprobado resistencia de *Haemonchus contortus* a todos los grupos de drogas de amplio espectro y, hasta 1996, se había informado resistencia a ivermectinas en

*Trichostrongylus* y *Ostertagia* (32).

El problema también es evidente en el sur de Brasil (33) donde la subdosificación de drogas durante muchos años tuvo origen, en parte, en las propias indicaciones de los laboratorios productores de medicamentos de aplicar por debajo de los niveles recomendados internacionalmente. En Paraguay la alta prevalencia de *Haemonchus contortus* durante casi todo el año genera alta frecuencia de tratamientos (34), lo que ha contribuido a seleccionar cepas resistentes a todos los grupos de amplio espectro.

## Naturaleza de la resistencia a antihelmínticos

Los antihelmínticos se distribuyen en cinco grupos según sus mecanismos de acción: el grupo I, lo componen los bencimidazoles y probencimidazoles, incorporados al mercado en los años '60. Su mecanismo de acción se relaciona con la disrupción de los microtúbulos y husos mitóticos, fijándose a la tubulina. Su efectividad requiere de un prolongado tiempo de acción hasta que esa interferencia termine por matar al parásito, y eso es clave para los diferentes estadios de los helmintos particularmente para formas inhibidas. Se presentan para aplicación oral, intraruminal o subcutánea, tienen efectividad contra nematodos adultos y en dosis mayores contra larvas inhibidas.

El grupo II, reúne al Morantel, Pirantel y el Levamisol (cuyo efecto es limitado frente a formas inhibidas de *Ostertagia* spp.). Si bien no es claro el mecanismo exacto de acción se colocan juntos debido a la existencia de resistencia cruzada entre ellos. Estas drogas producen una parálisis espástica de los helmintos que no los mata en forma inmediata, pero facilita su expulsión.

El grupo III las Avermectinas y Milbemicinas (Moxidectin), Doramectina y Epiromectina. Varios mecanismos de acción se han descrito para estas drogas en relación a la interacción con receptores de los canales de cloro y con algunos transportadores de membrana. Estas drogas matan lentamente a los nematodos y no poseen poder ovicida.

El grupo IV está conformado por los organofosforados como el Triclorfón y el Naftalofós (cuyas dosis terapéuticas suelen tener efectividad limitada, y resultan tóxicos en forma aguda y crónica a veces en niveles de dosis cercanos a los indicados).

En el grupo V se encuentran, entre otros,

las Salicilanilidas entre las que son conocidas el Closantel y el Rafoxanide. El espectro de Closantel es limitado a nematodos hematófagos, pero tiene la propiedad de proteger contra la infección de *Haemonchus* spp. por más de 50 días si se lo usa en dosis elevadas (12 mg/kg peso vivo) ya que se mantiene ligado a proteínas plasmáticas.

Algunos individuos en las poblaciones de parásitos tienen aptitud para evitar que las drogas los maten (esos mecanismos son muy variados y no son igualmente frecuentes en cada especie).

Se ha demostrado la naturaleza genética de la resistencia y se han identificado en algunos casos con precisión las mutaciones del genoma de los helmintos resistentes respecto de los susceptibles a diferentes drogas (35). Por ejemplo, el efecto de los bencimidazoles (BZ) sobre los organismos es la interferencia en la fijación de tubulina en el ensamble de los microtúbulos. El genoma de *H. contortus* tiene un locus específico para el Isotipo 1 de  $\beta$ -tubulina con muchas variantes alélicas en poblaciones susceptibles a los bencimidazoles. El incremento en la frecuencia de uno de esos alelos tiene una fuerte correlación con el aumento en la resistencia de las cepas. Se han identificado cambios en aminoácidos en diferentes posiciones de la estructura de la  $\beta$ -tubulina (36); y se ha comprobado que las mutaciones son similares en la estructura de la  $\beta$ -tubulina de los microtúbulos de otros nematodos y hongos resistentes a bencimidazoles (37).

Si se repiten con frecuencia los tratamientos con el mismo grupo químico sobre la población de parásitos que contenga a esos individuos, en poco tiempo predominará la descendencia de los que han soportado al medicamento, su carácter genético habrá sido seleccionado y multiplicado. Generalmente cuando en una población se desarrolla la resistencia a una droga, la cepa resulta resistente a todo el grupo.

El diagnóstico clínico es evidente cuando el nivel de resistencia a las drogas es grave y la mayoría de los parásitos sobrevive a los tratamientos. Recién entonces el productor percibe la falla y generalmente cambia de grupo químico aunque sea por un tiempo. La repetición del proceso con el nuevo grupo tiende a seleccionar nuevamente individuos resistentes, en este caso al nuevo grupo. Cuando la resistencia es "cruzada" (a dos o más grupos), el problema se complica porque se reducen las alternativas de control. Debe destacarse que la reversión del proceso es muy poco probable

ya que no puede presionarse en forma inversa y una vez establecido el genotipo con elevada frecuencia en la población difícilmente se erradique. Se ha comunicado una reducción en los niveles de resistencia a Levamisol luego de interrumpir los tratamientos, pero en general son controvertidas las comunicaciones en ese sentido y en especial respecto a bencimidazoles no habiendo evidencias experimentales de tal regresión (26).

Si bien para que el proceso de selección de comienzo es necesaria la preexistencia de individuos resistentes, los contactos con dosis menores a las indicadas para cada producto pueden facilitar la selección de individuos portadores de genes relacionados con la resistencia, pero con expresión fenotípica de menor intensidad, contribuyendo a una mayor frecuencia posterior de dichos genes.

### **Subdosificación:**

Surge por fallas en el cálculo del peso de los animales a tratar, defectuoso funcionamiento de los dosificadores y especialmente por fallas en la administración. Los productos inyectables deben aplicarse en áreas libres de lana (cara interna del muslo) ya que suele no penetrar correctamente la piel en individuos con abundante lana. Esto sucede cuando la aplicación la realiza personal no entrenado debidamente.

Con las dosificaciones orales el problema es diferente, la permanencia de las drogas en el tubo digestivo guarda correlación con el mantenimiento de niveles plasmáticos en el tiempo. Se ha demostrado que el nivel de llenado del rumen afecta la velocidad del pasaje de los productos y con ello la disponibilidad.

El ayuno de 12 horas previo a la dosificación oral permite una mayor retención de droga en el rumen y un lento pasaje del contenido ruminal con lo que la disponibilidad y absorción del producto resulta más lenta, y los niveles plasmáticos de concentración son más prolongados, permitiendo una exposición más prolongada de los parásitos (38). Las estimaciones de resistencia realizadas por el test de reducción de recuento de huevos varían si los tratamientos se realizan en condiciones de ayuno previo. Cuando los productos no tienen la concentración adecuada del elemento activo, o cuando la formulación no permite alcanzar correctamente su biodisponibilidad luego de aplicado, también se incurre en sub dosificación.

El comienzo del proceso de selección de pa-

rásitos resistentes en general es el descripto, pero en un campo también pueden ingresar las cepas resistentes: con el ingreso de animales provenientes de otros establecimientos, reproductores de cabaña, compra de núcleos, o liquidaciones de majadas, arrendamientos de pastoreos, etc. (eventos muy frecuentemente implicados en Sud Africa) (Van Wyk J.A. com. pers).

### **Población en refugio:**

Cuando se aplica un tratamiento antiparasitario se afecta con él a la porción de la población que se encuentra en los animales. Según la situación epidemiológica en ese momento, es posible que un número mayor de individuos se encuentre en estado de huevo, o larva en el suelo y no se exponga a la presión del medicamento. Cuando los sistemas de manejo de tratamientos ejercen gran presión, por su frecuencia y por involucrar a todos las categorías de hospedadores, la población en refugio se ve reducida, y el impacto de dicha presión es mayor. Cuando ante la aparición de síntomas en algunos animales, los productores tratan toda la majada es posible que expongan a las drogas de amplio espectro a poblaciones de parásitos cuyo número no afectan la salud o la producción en todos los individuos. Incluso expone a especies que componen la fauna parasitaria pero que no requieren ser eliminadas. En estas especies puede aparecer resistencia sin que se hubiera justificado tratarlas. Existen sistemas estratégicos de control que, a pesar de ser racionales, pueden presionar la selección hacia la resistencia sólo por ser relativamente fijos (ver más adelante).

Un sistema de protección de población en refugio lo constituye el programa "FAMACHA" desarrollado en Sud Africa. Luego de evaluar por medio del entrenamiento de los operadores, la correlación entre el hematocrito y el grado de palidez de las conjuntivas de animales infectados con *Haemonchus* spp. se establecen rutinas de control visual en las cuales se decide la dosificación sólo de los individuos con mayores grados de anemia. Las apreciaciones se realizan frecuentemente (cada 15 días). Si bien supone pérdidas subclínicas y un gran esfuerzo del personal, es una propuesta interesante en áreas con altos niveles de resistencia como las que se encuentran en aquel país y, por ejemplo, en Paraguay resultando aplicable por lo menos en majadas chicas y la rutina pueden ejercerla campesinos sólo con el entrenamiento adecuado (39). Este método de control, que en realidad podría constituirse en una rutina para la selección de individuos tolerantes en áreas de predominio de *Haemonchus*, tiende a rea-

lizar sólo tratamientos selectivos a mantener elevada la población en refugio de los antiparasitarios.

### **Diagnóstico de estatus de resistencia en cada establecimiento:**

La situación general sobre resistencia en cada región ofrece pocas variantes mientras las condiciones de manejo sean comparables entre establecimientos. Hoy en día las majadas deben someterse a tratamientos que sean efectivos, no sólo para evitar el efecto de los parásitos, sino para no complicar la disponibilidad de drogas eficaces.

Si bien para establecer con precisión los niveles de resistencia pueden realizarse pruebas que incluyan la necropsia de animales tratados, se han utilizado los ensayos de reducción del recuento de huevos en materia fecal de animales tratados con mucho éxito en encuestas regionales y en el monitoreo de establecimientos bajo control. Uno de ellos es el modelo de Presidente, descripto por Nari (40) y de aceptación generalizada, según el cual el día "0" se tratan 10-15 animales con cada droga o dosis a evaluar, tomándose muestras individuales de materia fecal de cada grupo y de un grupo control, y realizándose el recuento de huevos por gramo de materia fecal, y coprocultivo para estimar la composición genérica de la carga en cada grupo. El día 10 se vuelven a muestrear todos los individuos tratados y los del grupo control, para realizar nuevamente el estudio de huevos por gramo, coprocultivo. La estimación de la eficacia expresada como porcentaje de reducción del recuento de huevos (RRH%), se realiza con la fórmula:

$$RRH\% = \{1 - (T_2 / C_2) \times (C_1 / T_1)\} \times 100$$

donde C y T son las medias geométricas de los HPG de los grupos "control" y "tratados" respectivamente, representando los números 1 y 2 la correspondencia a los días "0" y "10" del ensayo.

Cuando el valor medio de reducción es menor al 95 %, o cuando el extremo inferior del intervalo de confianza (error  $\mu < 5$  %) está por debajo del 90 % puede fundarse la sospecha de resistencia para ese grupo químico y dosis, y para ese género parasitario.

Con esta metodología se han realizado los relevamientos y elaborado estrategias de manejo en todo el mundo. Con un método de cálculo aún más simple (comparación de medias aritméticas) se evaluó la situación en el Cono Sur (Argentina, Uruguay, Brasil y Paraguay) utilizando un progra-

ma denominado RESO (anon.) elaborado por CSIRO en Australia.

En la zona mesopotámica de Argentina donde la frecuencia de resistencia más elevada se han obtenido los siguientes niveles de resistencia a los principales grupos en uso (bencimidazoles, Levamisol, Ivermectina) mediante el test de reducción del recuento de huevos (31) (Figuras 6, 7, 8 y 9).

Figura 6: Niveles de eficacia de Bencimidazoles en 22 establecimientos de la Mesopotamia -promedios e intervalo de confianza (p<0,05).

Figure 6. Mean Bencimidazol efficacy in 22 farms

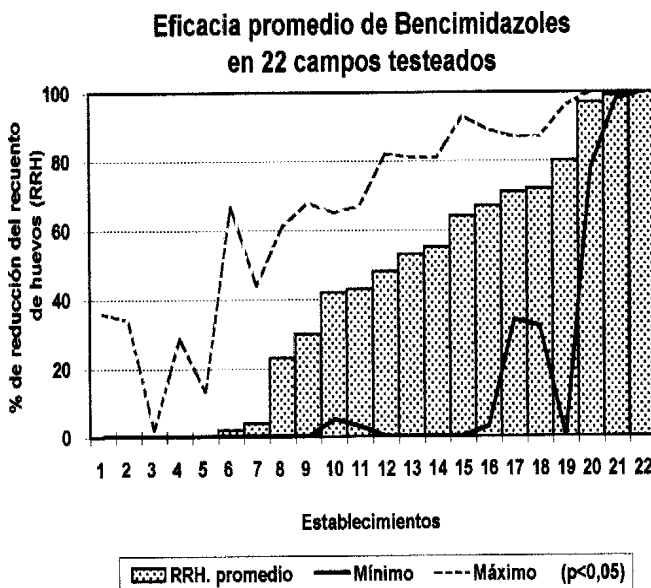


Figura 7. Niveles de eficacia de Levamisol en 22 establecimientos de la Mesopotamia -promedios e intervalo de confianza (p<0,05)

Figure 7. Mean efficacy of Levamisol in en 22 farms

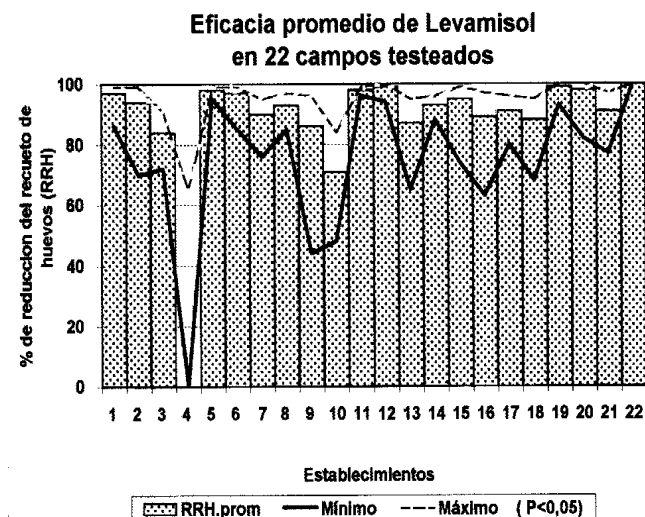
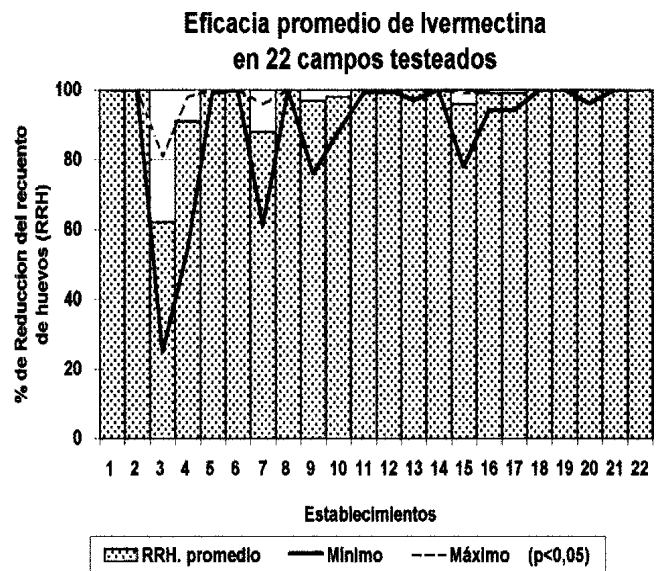


Figura 8. Niveles de eficacia de Ivermectina en 22 establecimientos de la Mesopotamia -promedios e intervalo de confianza (p<0,05)

Figure 8. Mean efficacy of Ivermectina in 22 farms



En cada gráfico las barras representan el valor medio de la eficacia de cada grupo químico y las líneas los valores extremos del intervalo de confianza.

In each graph the bars represent the half value of the effectiveness of each chemical group and the lines the extreme values of the interval of trust.

### Rotación de grupos químicos:

El uso continuo de un mismo grupo químico facilita la selección y aumento de frecuencia de helmintos resistentes a ese grupo, tanto más si los tratamientos son rutinarios. Por ello se han propuesto distintos esquemas de rotación para dar la menor oportunidad de fijación de los alelos implicados en la resistencia.

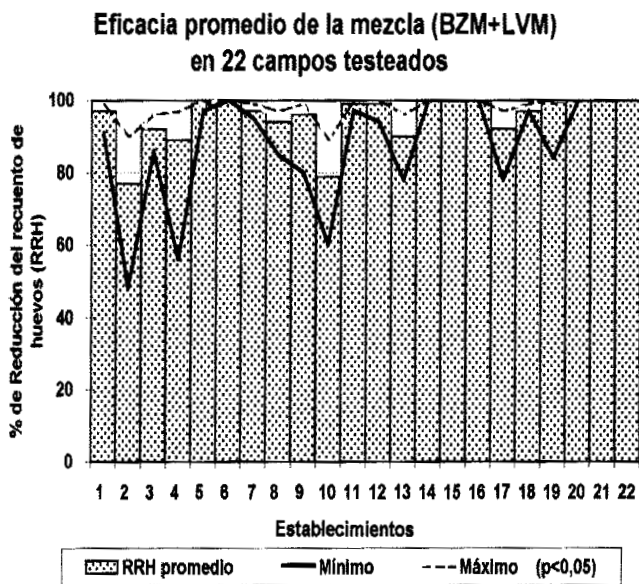
a) Rotación anual de las drogas de amplio espectro que en un test de reducción de recuento de huevos demostraran ser eficaces. En este modelo se supone que, dada la supervivencia potencial, prácticamente de un año de una generación de estrongilidos, es posible utilizar durante un año cada grupo químico sin ejercer una presión de selección mayor. A estas posiciones se ha opuesto que es posible que en un lapso menor se pueda exponer a la droga más de una generación de hijos de sobrevivientes a cada tratamiento.

b) Utilización simultánea de dos grupos químicos en la oportunidad de cada tratamiento. En los últimos años se ha promovido este sistema, según el cual la posibilidad de tener individuos sobrevivientes a un tratamiento es mínima dado que es muy poco probable que un eventual resistente a un grupo logre sobrevivir a una exposi-

ción simultánea a otro grupo químico. Esa expectativa es relativa cuando se enfrentan poblaciones donde la resistencia está ya establecida a cada una de las drogas. En la figura 9 puede observarse el cuadro de situación de Bencimidazoles y de Levamisol cuando se aplicaron en forma simultánea en los mismos establecimientos descriptos con anterioridad (31).

Figura 9. Niveles de eficacia de Bencimidazoles y Levamisol utilizados en forma simultánea, en 22 establecimientos de la Mesopotamia -promedios e intervalo de confianza ( $p < 0,05$ )

Figure 9. Mean efficacy of mix (BZM+LVM) in 22 farms



En estos casos era conocida la resistencia a cada uno de los grupos químicos y el cuadro de situación cambia sólo parcialmente. En la actualidad la propuesta de manejo simultáneo, se orienta al uso de drogas de conocida eficacia al iniciarse el programa. Modelos de simulación desarrollados en Australia (42) hacen suponer que la utilización simultánea de dos grupos químicos evoluciona más lentamente hacia la resistencia a cada uno de ellos que si se rotaran anualmente. No obstante la estabilidad de estos sistemas fijos de administración de medicamentos combinados no tiene aún validación experimental o de campo por lo que requeriría monitoreo permanente.

## OTROS RECURSOS DE MANEJO

### **Programas estratégicos de dosificación**

Durante muchos años en Australia y en otros lugares se promovieron sistemas de desparasitaciones de gran presión de tratamiento en el

inicio de cada temporada tratando de impedir la fundación de poblaciones parasitarias de tendencia estacional (especialmente *Haemonchus contortus*). Estos programas "Wormkill" o "Drenchplan" impuestos por el CSIRO (43, 44), con variantes según la región de aplicación, se basaron en el conocimiento previo de la dinámica de las especies parasitarias y buscaron el aprovechamiento racional del espectro de las drogas, como el Closantel, que aplicado en dosis elevadas cuenta con un período prolongado de acción sobre *Haemonchus* spp. Cada dosificación con Closantel (12 mg/kg) elimina la población de adultos en los animales y evita la reinfección por casi dos meses; con 3 a 4 semanas más de período prepatente, se interrumpe la siembra de huevos por prácticamente 3 meses. En regiones con prevalencia de este parásito a lo largo de todo el año, 4 tratamientos anuales tenderían teóricamente a erradicarlo. En zonas donde la tendencia sea marcadamente estacional pueden programarse otras rutinas que contemplen este uso de Closantel en momentos estratégicos. En cada tratamiento, el uso simultáneo o alternativo de otras drogas mejorará por un lado el efecto de la primera y se orientará al control de otras especies. Estos programas de tratamientos estratégicos han sido exitosos disminuyendo al mínimo la expresión poblacional de las especies implicadas, con un mínimo de dosificaciones. Esquemas de 4 tratamientos anuales han demostrado su eficacia en el manejo de poblaciones expuestas a *Haemonchus contortus* en Uruguay (45), pero se debe considerar que al dejar una muy reducida población "en refugio", y obviamente no lograr el exterminio de los parásitos, son proclives a seleccionar muy eficientemente cepas resistentes.

### **Pastoreo alterno con bovinos u otras especies.**

Los lanares no comparten sus principales parásitos con los bovinos, *Haemonchus contortus* puede desarrollar en bovinos con dificultad, y *Ostertagia ostertagi* desarrolla con mucho menos eficiencia en el lanar. Las especies de *Cooperia* pueden ser compartidas y componer parte importante de la infección en corderos que pastorean potreros donde lo hicieron antes terneros (45). En regiones templadas se ha demostrado que la rotación programada puede disminuir la carga en los pastos de larvas de especies de riesgo en Uruguay (46). También en Uruguay Castells y col. (com. personal), estudiaron la evolución de peso y HPG de corderos a partir del destete y pastoreando en potreros que en primavera fueron utilizados por majada de cría, capones o novillos. Demostraron

en un informe preliminar que es posible que los HPG se mantengan en niveles entre 5 y 8 veces por debajo y las ganancias de peso fueran de un 15 y un 25 % mayores en lotes cuyo antecesor fueron novillos respecto de lotes que pastorearon parcelas en las que pastorearon antes majadas de cría o capones. Esta propuesta puede llevarse a cabo a campo.

### ***Selección de individuos tolerantes y resistentes:***

Se explicó el significado de esos términos. Ambas características son heredables y segregan en forma independiente. Puede emprenderse la selección por resistencia en base a la evaluación de niveles de recuentos de huevos tanto en machos como hembras de majada y evaluar ambas variables para machos del núcleo o cabaña. Para el manejo a campo la herramientas aún no están totalmente desarrolladas desde lo metodológico. Se mencionó el "FAMACHA" como método de control, la susceptibilidad de los animales puede medirse por el hematocrito en el caso de exposición a la haemonchosis.

Puede demostrarse en poblaciones no seleccionadas que el 25 % de los animales pueden generar más del 75 % de la contaminación con lo cual queda absolutamente justificada la segregación de estas poblaciones susceptibles.

Teniendo en cuenta que la resistencia y tolerancia a los parásitos son una fundamental variable de adaptación al ambiente, constituyen objetos de selección importantes además de los productivos.

Las rutinas de selección pueden variar en torno a la evaluación de los niveles de HPG entre tratamientos a partir del destete y en varios desafíos. En hembras de reposición podría ser suficiente para no retener susceptibles. La presión de selección en los núcleos de carneros puede ser mayor que en los de hembras, y la tolerancia puede evaluarse con un manejo individual de tratamientos y registrando parámetros como edad al primer tratamiento requerido, número de tratamientos recibidos, niveles de ganancia de peso (18). Presionando en la selección tanto de machos como de hembras en la reposición de la majada general y aplicando programas exigentes entre los individuos del núcleo puede obtenerse el mayor impacto que utilizando sólo carneros seleccionados, que por otra parte no se disponen en el país. (17).

## **MANEJO INTEGRADO Y CONCLUSIÓN**

En general las comunidades dedicadas a la explotación de lanares comparten los problemas ligados al control de parásitos y todas han hallado en los medicamentos antiparasitarios el recurso de mayor impacto. La resistencia a drogas anti-helmínticas quita la herramienta de mayor poder. El enfoque integrado del manejo de las helmintiasis es la expresión con mayor presencia en los foros internacionales y su sola mención convoca un gran consenso. Sin embargo es en la práctica un punto crítico en la evolución de la profesión veterinaria. Los recursos alternativos no pueden incluirse sin un actor que los integre en un sistema de decisiones que minimice el impacto de los parásitos sin dependencia total de la industria farmacéutica.

Ese actor debe echar mano a todo el arsenal de recursos y procesos antes mencionados y combinarlos racionalmente según las circunstancias de cada majada y explotación. Los programas de extensión de organismos oficiales, y las comunicaciones de marketing de la industria no logran establecer los procesos necesarios al manejo integrado. Por otro lado esa integración debe incluir la consideración de selección de animales por caracteres productivos, manejo de otras enfermedades, manejo reproductivo, administración de intereses comerciales y, seguramente la asociación de explotación de lanares con otras especies.

Todos los recursos modernos son de complejidad creciente y sólo los provenientes de la industria se presentan acabados y listos para el uso por parte del productor. Los otros reclaman al profesional para su administración, y exigen otras estrategias de convencimiento:

- \* Elección del ciclo reproductivo de la majada según conveniencia real de la explotación (fechas según interés de venta o mejor adaptación a la oferta forrajera, conveniencia de selección de melliceras, disponibilidad de suplementos, etc.). Al manejo productivo, se subordinará el control de todos los problemas sanitarios en general y el parasitario en particular, estableciendo épocas y situaciones de riesgo. Esa subordinación es sinónimo de integración.

- \* Diagnóstico del estatus de resistencia y registro de drogas y espectros disponibles.

- \* En explotaciones con un núcleo definido, establecimiento de un programa de selección que además de caracteres productivos, contemple la selección de individuos resistentes y, de ser posible, tolerantes a los parásitos en la medida que la variación interna de la población lo permita, es-

pecialmente segregación de individuos más susceptibles en cualquiera de los estados de evolución del programa.

\* Diagnóstico parasitológico durante los períodos de mayor riesgo de infección y en las categorías susceptibles.

\* Diseño de estrategias de desparasitación estratégicas tendientes a mantener reducido el riesgo de categorías muy susceptibles y la infectividad de las praderas y tácticos sobre la base de diagnóstico, para evitar la repetición innecesaria de dosificaciones masivas o en animales que no las necesitan.

\* Consideración del pastoreo alterno con bovinos.

\* Monitoreo de todos los subprogramas en función de no instituir sistemas que tiendan a seleccionar cepas resistentes a los medicamentos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Johnstone Ian L. Enfoque ecológico para el control de la parasitosis ovina. INTA. Agropecuaria 1971. 20: 113 páginas.
2. Lukovich R. Identificación de las formas adultas de los nematodos gastrointestinales y pulmonares de los rumiantes en la República Argentina. Publicación miscelánea de INTA, 1981 Buenos Aires.
3. Suárez MC. *Nematodirus oiratianus* (Raevskaia 1929) en la República Argentina (Primer hallazgo). Rev Inv Agr INTA, Bs.As. 1982; XVII (2): 169.
4. Suárez VH. Parasitosis gastrointestinal en ovinos Corriedale en la región semiárida pampeana (1) Resultados de los primeros 16 meses de observaciones. Rev Med Vet 1985; 66 (3): 140-149.
5. Suarez VH Parasitosis Gastrointestinal en ovinos Corriedale en la región semiárida pampeana. II resultados período 1981-1983. Rev Prod An. 1985; 5 (3-4): 243-55.
6. Bueno L, Honde Ch, Luffau G, Fioramonti J. Origin of the early digestive disturbances induced by *Haemonchus contortus* infection in lambs. Am J Vet Res 1982 43 (7): 194/99.
7. Suarez VH. Epizootiología de los parásitos gastrointestinales en ovejas en la región semiárida pampeana. Rev Med Vet. 1986; 67 (4); 190-202.
8. Castells D, Nari A, Rizzo E, Mármol E, Acosta D. Incidencia de los nematodos gastrointestinales en la producción de carne y lana. 3º encuentro de Veterinarios endoparasitólogos rioplatenses. Arapey, Uruguay 24 al 26 de mayo de 1994.
9. Kennedy CR. Ecological Animal Parasitology" Blackwell Scientific Publications. Oxford-London Edinburg- Melbourne. 1975
10. Michel JF, Lancaster MB, Hong C. Arrested development of *Ostertagia ostertagi*, and *Cooperia oncophora*, Effect of temperature at the living third stage. J Comph Path. 1975 85:133-138.
11. Fiel CA, Steffan PE, Vercesi HM, Ambrústolo RR, Catania P, Casaro AP, Entrocasso CM, Biondani CA. Variación estacional del parasitismo interno de bovinos en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina) con especial referencia al fenómeno de hipobiosis". Rev Med Vet (Bs.As.) 1988. 69 (1): 57-64.
12. Fernández AS, Fiel CA, . Estudio de Factores que inducen la hipobiosis de *Ostertagia ostertagi*, en bovinos. Premio R. Niec. Sociedad de Medicina Veterinaria, Buenos Aires. 1996.
13. Nari A, Petraccia C, Cardozo H. La inhibición del desarrollo larvario en nematodos gastrointestinales de ovinos con especial referencia a *Haemonchus contortus*. Veterinaria 1982. 18 (81): 78-88.
14. Balbi A. Ecología de la fase libre del ciclo de *Haemonchus contortus* del ovino en la Pampa Húmeda. En "Aportes a la Parasitología Veterinaria por Eddi y Caracostantógolo 1993. (II). INTA CICV. Castelar.
15. Woolaston R, Greeff J. NEMESIS Merino Breeders Worm Control Network, recommendations for breeding Sheep for worm resistance Miscellaneous publication of CSIRO- UNE, WADA, y la Wool research and promotion Organization Australia, 1994.
16. Albers GA, Gray GD, Piper LR, Barker JSF, Le Jambre LF, Barger IA. The genetics of resistance and resilience to *Haemonchus contortus* infection in young merino sheep. Int J for Parasitol 1987. 17 (7):1355-1363.
17. Romero J, Boero CA, Prando AJ, Baldo A, Griffin B, Silvestrini MP. Selection of trichostrongylid resistant sheep in argentine farms. 17th International conference of the World Association for the advancement of Veterinary Parasitology . Copenhagen 15-19 august 1999 Abst.f.304.
18. Morris CA, Bisset SA. Breeding Sheep which require minimal anthelmintic treatment: A review of the genetics of resistance and resilience of sheep to nematode parasites In Managing Anthelmintic Resistance in Endoparasites. Workshop held at the 16th International conference of de World Association for the advancement of Veterinary Parasitology Sun City 10-15 august. van Wyk. Schalkwyc ed. 1997: 21-28.
19. Coop RL, Kyriazakis I. Nutrition-parasite interaction. Vet Parasitol 199; 17 (7):187-204
20. McEwan J. Breeding sheep resistant o roundworm infection: Wormfec Beeder's Manual. edited by New Zealand Pastoral Agriculture Research Institute. 1994.
21. Rosa W, Lukovich R, Niec R. Parasitismo -gastrointestinal de los ovinos y bovinos en la zona sur de la Provincia de Buenos Aires (Tres Arroyos, Cnel. Pringles, y Cnel. Dorrego). Rev Inv Agrop INTA. Serie 4. Pat. An. 1971. VIII (3): 71-83.
22. Nari A, Cardozo H, Berdie J, Canábez F, Bawden R. Dinámica de población para nematodos gastrointestinales de ovinos en el Uruguay. Veterinaria 1977. 14 (66): 11-24.



23. Suarez VH, Larrea S, Buseti MR, Bedotti DO, Bulman GM, Ambrustolo RR. Nematodes Gastrointestinales de ovinos: Su control y efectos sobre los parámetros epizootiológicos y productivos en la región semiárida pampeana (Argentina). *Therios* 1990. 15 (73): 156-173.
24. Nari A, Cardozo H, Rizzo E, Solari MA, Petracchia C. Efecto del parasitismo gastrointestinal en la performance de corderos sometidos a diferentes planos de nutrición y edad de destete. *Veterinaria* 1983. 29 (85): 57-63
25. Rosa W, Niec R, Lukovich R, Dindart J, Barberan R. Etiología y variación estacional del parasitismo gastrointestinal de los ovinos y bovinos en la zona de Mercedes (Provincia de Corrientes). *Rev Inv Agrop INTA. Serie 4 Pat. An.* 1973; X (1): 25-40.
26. Borgsteede FHM, en Coles GC, Borgsteede FHM, Geerts S. Anthelmintic resistance in Nematodes of farm animals. Editing of Seminar in the European Commission of coordination for agricultural research, Brussels Belgium 8/9 November. 1993:1-16.
27. Entrocasso C, Lange R, Fernández Ripoll. Resistencia antiparasitaria al oxfendazole en ovinos en un establecimiento de la provincia de Buenos Aires. *Memorias del VI Congreso Arg de Ciencias Vet. Buenos Aires.* 1988. Com. libre 208.
28. Romero JR, Espinosa G, Valera AR, Demostración de Resistencia al Oxfendazole en *Trichostrongylidos* de ovinos de la Zona deprimida del Salado. *Rev de Med Vet.* 1992. 73 (2): 82-86.
29. Eddi C. Resistencia. *Memorias del VII Congreso Argentino de Cs. Veterinarias Buenos Aires 6-11 de Noviembre de 1994*
30. Eddi C, Caracostantogolo J, Peña M, Shapiro J, Marangunich L, Waller O, Hansen JW. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in southern Latin America: Argentina." *Vet Parasitol* 1996. 62 : 89-197.
31. Romero J, Boero C, Vazquez R, Aristizábal MT, Baldo A. Estudio de resistencia a antihelmínticos en majadas de la Mesopotamia. *Rev Med Vet.* 1998; 79 (5): 342-346.
32. Nari A, Salles J, Gil A, Waller PJ, Hansen JW. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Uruguay. *Veterinary Parasitology* 1996. 62: 213-222.
33. Echeverría F, Borba MFS, Pinheiro AC, Waller PJ, Hansen JW. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Brazil. *Vet Parasitol* 1996. 62:199-206.
34. Maciel S, Gimenes AM, Gaona C, Waller P, Hansen JW. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in southern Latin America: Paraguay *Vet Parasitol* 1996. 62: 207.212.
35. Roos MH. The role of drugs in the control of parasitic nematode infections: must we do without?". *Parasitology* 1997; 114: 137-144.
36. Kwa MSG, Veenstra JG, Roos MH. Molecular characterization of  $\beta$ -tubulin genes present in benzimidazole resistant populations of *Haemonchus contortus*. *Molecular and Biochemical Parasitology* 1993. 60: 133-144.
37. Kwa MSG, Veenstra JG, Roos MH. Benzimidazole resistance in *Haemonchus contortus* is correlated with a conserved mutation at amino acid 200 in b-tubulin isotype 1. *Mol and Biochem parasitol* 1994. 63: 299-303.
38. Hennessy DR. The disposition of antiparasitic drugs in relation to the development of resistance by parasites of livestock *Acta Tropica* 1994. 56:125-141.
39. Van Wyk JA, Malan FS, Bath GF. Rampant anthelmintic resistance in sheep in South Africa - What are the options?. Workshop held at the 16th International conference of the World Association for the advancement of Veterinary Parasitology Sun City 10-15 august. van Wyk. Schalkwyc ed. 1996: 51-63.
40. Nari AH. Enfoque epidemiológico sobre el diagnóstico y control de resistencia a antihelmínticos en ovinos. Ed. Hemisferio Sur Montevideo Uruguay 1987 59 pág.
41. Waller P, Echevarría F, Eddi C, Maciel S, Nari A, Hansen JW. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: General overview. *Vet Parasitol.* 1996; 62: 181-187.
42. Hennessy DR. The impact of pharmacokinetic properties on development of resistance to antiparasitic compounds. 17th International conference of the World Association for the advancement of Veterinary Parasitology . Copenhagen 15-19 august 1999
43. Dash K, Waller P. Denchplan research-based worm control. *Rural Research* 1987. 135: 4-9.
44. Waller PJ. Resistance in nematode parasites of livestock to the benzimidazole antihelmintics. *Parasitology today* 1990; 6 (4): 127-129.
45. Nari A, Franchi M, Rizzo E, Marmol E, Mautone G. Evaluación de un programa de control de nematodos gastrointestinales en ovinos. Medidas para dilatar la aparición de resistencia antihelmíntica. XXV Jornadas de buiatría, Junio 18-22 1977. Paysandú Uruguay.
46. Quintana S. Manejo parasitario del cordero de destete en campo natural y pastoreo alterno con bovinos en un área de basalto superficial. *Veterinaria* 1987. 23 (97): 6-14.