

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**PARÁMETROS PARASITARIOS DE LA POBLACIÓN DE ANTÍLOPES
(*Addax nasomaculatus*) DEL PARQUE LECOCQ Y ELABORACIÓN DE UN
PLAN DE CONTROL PARASITARIO INTEGRADO PARA LA MISMA**

por



Fiorella GAGLIARDI CASTRILLÓN

**TESIS DE GRADO presentada
como uno de los requisitos para
obtener el título de Doctor en
Ciencias Veterinarias
(Orientación: Medicina
Veterinaria)**

**MODALIDAD Ensayo
Experimental**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2010**



PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de Grado aprobada por:

Presidente de Mesa:



Dra. Perla A. Cabrera

Segundo miembro (Tutor)

:



Prof. Oscar Correa

Tercer miembro del tribunal:



Lic. Oscar Castro

Fecha: 22/07/2010

Autor:



Fiorella Gagliardi

FACULTAD DE VETERINARIA

Aprobado con 12 (doce) vot

AGRADECIMIENTOS

Oscar Correa y Lic. Oscar Castro, pertenecientes al Departamento de Parasitología de Facultad de Veterinaria, agradezco por todo el apoyo en conocimiento, tiempo y materiales de trabajo brindados.

Dra. Carmen Leizagoyen, Dr. Álvaro Modernell y Dr. Eduardo Tavares (Director del Parque Lecocq), por el apoyo y dedicación brindada para que este trabajo se realizase, sobretodo por haberme permitido trabajar con esta especie tan valiosa en peligro de extinción. Sr. Pusterla, Capataz del Parque Lecocq, "El Quito" corralero de los antílopes gracias a ellos fue posible la obtención de las muestras y es posible realizar el manejo de estos animales.

Al departamento de Parasitología en general, quien proporcionó los materiales para realizar este trabajo.

Ana María Arrieta, por haberme ayudado en la redacción del documento.

Amigos de facultad que me acompañaron durante todo el proceso de aprendizaje.

Damian y mis padres por haberme apoyado siempre.

TABLA DE CONTENIDO

Página de Aprobación.....	II
Agradecimientos.....	III
Lista de Figuras y Tablas.....	VI
1. RESUMEN	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
4.1. ANTÍLOPE ADDAX.....	5
4.1.1. Características de la especie	5
4.1.2. Distribución y estatus de conservación	7
4.2. NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN RUMIANTES	7
4.2.1. Ciclo	7
4.2.2. Dinámica de estadios de vida libre.....	8
4.3. MÉTODOS DE CONTROL.....	10
4.3.1. Métodos químicos de control- Drogas Antihelmínticas	10
4.3.2. Otros métodos de control.....	16
4.4. RESISTENCIA ANTIHELMÍNTICA.....	18
4.5. PRUEBAS DIAGNOSTICAS	20
4.6. PARASITOLOGÍA EN RUMIANTES SILVESTRES.....	21
4.6.1. Particularidades de parasitología en rumiantes silvestres con relevancia para este estudio.	21
4.6.2. Géneros parasitarios encontrados en antílopes.....	22

4.6.3. Control parasitario en rumiantes en cautiverio	23
4.7. ROL DEL ZOOLOGICO.....	25
Objetivos de los zoológicos.....	25
5. OBJETIVOS	28
5.1. Objetivo General.....	28
5.2. Objetivos específicos.....	28
6. MATERIALES Y MÉTODOS	29
6.1. Área donde se realizó el estudio.....	29
6.2. Población de estudio	29
6.3. Metodología	30
7. RESULTADOS.....	33
8. DISCUSIÓN	39
9. CONCLUSIONES.....	42
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

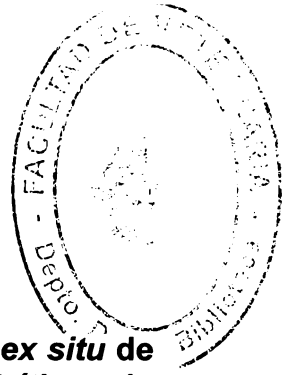
LISTA DE FIGURAS y TABLAS

Figuras

Figura 1: Vista de Antílopes <i>Addax</i>	5
Figura 2: Esquema de distribución de animales por potrero	29
Figura 3: Potreros donde se alojan los <i>Addax</i> en el Parque Lecocq	30
Figura 4: Gráfico que representa las medianas de HPG (huevos por gramo) en relación a las diferentes categorías).....	33
Figura 5: Gráfico que representa los valores de la Tabla 2 (Valor máximo de HPG (en relación a las diferentes categorías).....	33
Figura 6: Gráfico que representa la relación entre larvas cultivadas de las muestras por género y estación del año.....	36
Figura 7: Relación entre el nº de hembras parasitarias por género y estación del año.....	36

Tablas

Tabla 1: Medianas de HPG en relación a las diferentes categorías	33
Tabla 2: Valor máximo de HPG en relación a las diferentes categorías.....	33
Tabla 3: Resultados del análisis xtgee del software STATA 11.....	34
Tabla 4: Relación entre porcentaje de género de larvas cultivadas y estación del año	35
Tabla 5: Porcentajes de efectividad de drogas frente a los diferentes géneros según categoría (adulto-cría).....	39



1. RESUMEN

El Parque Lecocq lleva adelante un Programa de Conservación *ex situ* de antílope *Addax nasomaculatus* (según IUCN: Categoría Crítica de Extinción) teniendo 24 ejemplares nacidos en cautiverio. Esta población presenta problemas en el control parasitario. El objetivo de este trabajo es estudiar parámetros parasitarios de la población, con el fin de elaborar un plan de control parasitario adecuado. Para ello durante un año, se tomaron muestras de materia fecal de toda la población el día de dosificación antihelmíntica y se evaluó su efecto diez días posteriores a esto. Las técnicas utilizadas fueron Mc Master y Coprocultivo. En animales adultos los HPG (huevos por gramo) no fueron elevados salvo en las hembras, dos meses pre-parto, disminuyendo posparto. Las crías mostraron HPG alto hasta de 3950 acompañado de sintomatología; se observa entonces, un grado de resistencia a los parásitos al alcanzar la madurez. Los géneros parasitarios más prevalentes en la población fueron *Haemonchus* sp. y *Trichostrongylus* sp. En crías, se agregan graves cuadros de Trichuriasis. Fue evaluada la eficacia de Ivermectina 1% y 3,15%, Levamisol, Doramectina y las combinaciones entre las mismas y Closantel. Resulta más efectivo el uso de combinaciones antihelmínticas, ya que cuando son utilizadas individualmente se observa baja eficacia y/o comportamiento errático.

Palabras claves: *Addax nasomaculatus*, antihelmínticos, control parasitario.

2. SUMMARY

Parque Lecocq is pursuing an ex-situ conservation program of antelope Addax nasomaculatus (according to IUCN: Critically endangered of Extinction) having 24 individuals born in captivity. This population presents problems in parasite control. The aim of this work is to study parasitic parameters of the population, in order to develop an appropriate plan for parasite control. Throughout a year, sample of feces were taken during the antihelminthic dosing and assessed its effect ten days after that. Mc Master and stool cultures were performed to all the samples. In adult animals EPG (eggs per gram) were not high except in females, two months pre-partum. The calves showed high EPG upto of 3950 accompanied by symptoms, showing a degree of resistance to parasites when reaching maturity. The most prevalent parasitic genera in the population were Haemonchus and Trichostrongylus. However, in calves, serious cases of Trichuriasis have occurred. It was evaluated the effectiveness of Ivermectin 1% and 3.15%, Levamisole, Doramectin and combinations among them and with Closantel. It has resulted more effective using of antihelminthic combinations to unique drugs, as when used individually, low efficiency and erratic results were observed.

Key words: *Addax nassomaculatus*, antihelminths, parasite control.

3. INTRODUCCIÓN

El antílope *Addax nasomaculatus* es un rumiante africano, adaptado a los ambientes desérticos, siendo los desiertos de dunas el tipo de ecosistema en que se distribuye de manera natural. Es una especie capaz de resistir a la ausencia total de agua, obteniendo ésta de las plantas que consume (Nowak, 1991). Dentro de su área de distribución original generalmente se le puede encontrar en grupos de 2 a 20 individuos, guiados por un macho viejo. Muy ocasionalmente forman grupos de varios cientos de individuos. En el Desierto del Sahara, alguna vez grandes manadas se reunieron en grupos de hasta 1.000 animales en migraciones estacionales en busca de nuevos brotes de vegetación. (Nowak, 1991; Kingdon, 1997). Los machos son más grandes que las hembras (Kingdon, 1997). Esta especie de antílope no es muy rápida, por lo que ha sido una presa relativamente fácil para cazadores, ya que tradicionalmente tanto su carne como su piel han sido apreciadas. La cacería indiscriminada ha eliminado poblaciones de varios sitios originales de distribución y últimamente también han sido afectadas por sequías prolongadas y crecimiento de la frontera agrícola-ganadera. Se estima una población de menos de 200 ejemplares y no más de 1000 en cautiverio, por lo que se encuentra en Categoría Crítica de Extinción acorde a la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), se considera que la especie ha sobrellevado un descenso poblacional que excede el 80% a lo largo de tres generaciones (21 años). Junto con la Gacela Dama (*Nanger dama*) es considerada la especie de bóvido del Sahara en mayor riesgo de extinción en un futuro cercano (IUCN, 2009).

Debido al descenso en el número de ejemplares de vida libre, los ungulados exóticos que forman parte de colecciones en zoológicos tienen cada vez mayor valor en lo que a conservación de stock, estudio y exhibición se refiere. Como consecuencia, se necesita incrementar el conocimiento respecto a sus enfermedades, especialmente cuando son animales criados para ser reintroducidos en su hábitat natural. (Kirkwood *et al.*, 1987).

Los zoológicos tienen la enorme responsabilidad de llevar adelante programas de investigación de las especies que mantiene en cautiverio. Tal es el caso de los antílopes *Addax* donde la posibilidad de extinguirse en un futuro tan cercano, requiere que se agoten todos los recursos posibles para la recuperación de su estatus poblacional a nivel mundial.

En el Zoológico Parque Lecocq se lleva adelante un Programa de Conservación con esta especie desde el año 1998, contando, al momento del estudio, con 24 individuos nacidos en cautiverio. Bien es sabido que la consanguinidad es una problemática común en zoológicos, por lo que se aplica en estos antílopes un programa de entrecruzamientos para minimizar la consanguinidad. Debido a esto los ejemplares se encuentran en cinco grupos de cría los cuales se mueven siempre en bloque, sin poder intercambiar individuos de un grupo a otro.

Pese a la gran atención que recibe esta población de *Addax* en el parque, los aspectos parasitarios constituyen un problema aún sin resolver.

Pese a los períodos prolongados de cuarentena, repetidos análisis de materia fecal y tratamientos antihelmínticos, los nemátodos gastrointestinales (NGI) continúan siendo un problema en rumiantes silvestres en cautiverio. Estudios y reportes de casos en otros zoológicos declaran prevalencias de NGI entre 65-100% y una mortalidad de 5-17% (Geraghty *et al.*, 1982; Gorman *et al.*, 1986).

Las infestaciones parasitarias han sido siempre un problema en zoológicos, ya que las poblaciones son mantenidas en encierros relativamente pequeños. Estos animales silvestres, en la naturaleza viven en áreas extensas y están menos sometidos al desafío parasitario, por tanto tienen genéticamente menor resistencia contra las enfermedades parasitarias, (Goossens, 2005).

Se han desarrollado programas de control parasitario efectivos para ganado doméstico y programas similares pueden aplicarse a ungulados exóticos si son utilizados de manera racional y aplicados contemplando conceptos de manejo (Courtney y Kollias, 1985). Un estudio reciente reveló que la mayoría de los zoológicos de Norte América consideran al control parasitario una de las tareas veterinarias fundamentales, sin embargo, ninguno de estos zoológicos reportó utilizar estrategias en el uso de antihelmínticos que tengan en cuenta la ecología de los parásitos a combatir ni las interrelaciones hospedero-parásito-ambiente. (Isaza *et al.*, 1990).

En lo que al Parque Lecocq respecta, la estrategia de control parasitario consiste en dosificar rutinariamente cada dos meses con Ivermectina o Levamisol, en tanto que se hacen dosificaciones puntuales si se manifiesta un cuadro clínico que lo justifique.

Gagliardi *et al.* (2005) hicieron un estudio preliminar en el que identificaron los géneros parasitarios actuantes y en el que también hallaron algunas tendencias de las cargas parasitarias (medidas según la cantidad de huevos por gramo de materia fecal, (HPG)) a aumentar en animales consanguíneos y en juveniles. Señalaron la necesidad de realizar nuevos estudios y de implementar mejores pautas de control endoparasitario.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. ANTÍLOPE ADDAX



Figura 1 : Vista de Antilopes *Addax*²

4.1.1. Características de la especie

El antilope *Addax nasomaculatus* es un rumiante africano de la subfamilia *Hippotraginae* de talla mediana y cuerpo relativamente robusto, adaptado a los ambientes desérticos, siendo los desiertos de dunas el tipo de ecosistema en que se distribuye de manera natural, con temperaturas extremas y lluvias muy escasas (menos de 100 mm anuales). La máscara facial tiene forma de una "X" de color blanco implantada sobre la frente y ojos en contraste con su frente oscuro, de ahí proviene su nombre *naso* y *macula* que significan nariz y mancha en latín, respectivamente. Su cuerpo y cuello son de color café grisáceo en invierno, mientras que durante el verano es prácticamente blanco; posee pezuñas muy amplias adaptadas para caminar sobre superficies arenosas y tiene la capacidad de vivir por períodos prolongados sin beber agua. Mide entre 120-130 cm de largo total, y una cola de 25-35 cm; la altura

² Fuente: Foto de Philippe Chardonnet [en línea] http://cmsdata.iucn.org/downloads/antelope_report.pdf [consulta: 14.03.10]

del suelo a los hombros es de 105-115 cm en machos y 95-110 en hembras; estas últimas pesan entre 60-90 kg mientras que los machos pesan entre 100-130 kg (Haltenorth y Diller, 1980). Ambos sexos poseen cuernos similares a los de los antílopes *Orix*, aunque éstos son más gruesos y presentan giros dextrógiros de 1,5 a 3 vueltas y miden de 762 a 890 mm a lo largo de las curvas. Se alimenta de pastos gruesos y arbustos como acacias de zonas desérticas. Se reproduce cada dos años y produce una sola cría. Hoy se le encuentra por lo general en grupos pequeños de 2 a 20 animales guiados por un macho viejo, aunque originalmente podía formar grandes manadas de varios cientos de animales, que migraban juntos en busca de tierras con mejores condiciones vegetales para su alimentación. Es una especie capaz de resistir a la ausencia total de agua, obteniendo ésta de las plantas que consume. Sus picos de actividad son por la mañana temprano y en la noche desde el atardecer, descansando durante la parte más calurosa del día. (Nowak, 1991).

Se cree que puede vivir hasta 19 años en vida libre. En cautiverio un *Addax* vivió 25 años y 4 meses (Kingdon, 1997).

En lo que respecta a su comportamiento, el *Addax* no es un animal naturalmente agresivo, sin embargo los machos en cautiverio mantenidos en alta densidad poblacional muestran evidencia de territorialidad y protección a la hembra. Las hembras en cautiverio establecen jerarquías de dominancia donde la mayor en edad es la dominante, (Krausman y Casey 2007).

En vida libre los nacimientos generalmente ocurren durante el invierno o a principios de la primavera; aunque puede ocurrir a lo largo de todo el año (Nowak, 1991). De acuerdo con Kingdon (1997) existen dos picos de nacimientos, uno en otoño y otro avanzado el invierno, por lo que el apareamiento debe ocurrir unos 8 meses antes (durante los meses más fríos y los cálidos del año). El tiempo de gestación es de 257 a 264 días (Nowak, 1991). Las crías pesan un promedio de 5 kg al nacer y son destetados a las 23-29 semanas, (Krausman y Casey 2007).

Los machos alcanzan la madurez sexual entre los 18 y 24 meses; y en su segundo o tercer verano las hembras (Nowak, 1991; Kingdon, 1997).

Los predadores naturales del *Addax* son perros de caza africanos (*Lycaon pictus*), león africano (*Panthera leo*), cheetas (*Acinonyx jubatus*) y leopardos (*Panthera pardus*). Las crías son predadas por chacales (*Caracal caracal*), hienas (*Crocuta crocuta*), (Krausman y Casey 2007).

Esta especie de antílope no es muy rápida, por lo que ha sido una presa relativamente fácil para cazadores, ya que tradicionalmente tanto su carne como su piel han sido apreciadas. La cacería indiscriminada ha eliminado poblaciones de varios sitios originales de distribución y últimamente también han sido afectadas por sequías prolongadas y crecimiento de la frontera agrícola-ganadera.

4.1.2. Distribución y estatus de conservación

Se estima una población natural de menos de 200 ejemplares residentes en Nigeria y no más de 2000 en cautiverio (600 individuos en programas de conservación ex situ en Europa, Libia, Egipto, Estados Unidos, Japón y Australia y por lo menos 1000 individuos en colecciones y ranchos privados en E.E.U.U y Medio Oriente) por lo que se encuentra en Categoría Crítica de Extinción según la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). Se considera que la especie ha sufrido un descenso poblacional que excede el 80% a lo largo de tres generaciones (21 años). Junto con la Gacela Dama (*Nanger dama*) es considerada la especie de bóvido del Sahara en mayor riesgo de extinción en un futuro cercano. Por fortuna, han tenido éxito programas de reintroducción llevados a cabo en Jebil National Park, Tunes, donde a partir de 70 individuos reintroducidos entre 1994-1997 se incrementó la población a 550 ejemplares registrados en 2007 (IUCN, 2009).

4.2. NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN RUMIANTES

Los géneros que afectan con mayor frecuencia a los rumiantes son los siguientes: *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Nematodirus* y *Oesophagostomum*. (Fiel y Steffan, 1994)

4.2.1. Ciclo

Es fundamental comprender el ciclo de vida y la epidemiología de los estrongiloideos para poder diseñar un plan de control.

El ciclo biológico de los parásitos gastrointestinales es de tipo directo, no involucrando hospedero intermediario. Consta de una fase que se desarrolla en el hospedero y otra de vida libre, fuera de él.

El ciclo de vida de *Haemonchus contortus* es utilizado para ilustrar un ciclo típico estrongiloideo. El *Haemonchus* adulto vive en el abomaso del hospedero donde se alimenta de sangre, provocando anemia, (siempre que sea una parasitosis importante). Los huevos del parásito pasan a las heces donde eclosionan a Larva 1 (en adelante, L1), Larva 2 (en adelante, L2), y finalmente Larva 3 (en adelante, L3), que es la fase infestante. La L3 es susceptible a climas extremos pero puede sobrevivir en las pasturas varios meses hasta ser ingeridas por el nuevo hospedero. Una vez ingeridas mudan a L4 en el intestino pudiendo llegar a adultos o permanecer en el mismo en hipobiosis como L4 hasta que las condiciones climáticas no resulten adversas para las larvas fuera del hospedero. (Isaza y Kollias, 1999).

Los animales se infectan ingiriendo forraje contaminado con larvas de tercer estadio. A partir de este momento comienza el período de prepatencia, que va desde la ingestión de L3 infectante hasta las hembras oviponiendo. Este período es de aproximadamente 3 semanas para la mayoría de los géneros parasitarios (6 semanas para *Oesophagostomum spp* y 2 para *Haemonchus*

contortus), excepto cuando se produce la inhibición del desarrollo o hipobiosis (especialmente en los géneros *Ostertagia spp* y *Hamonchus*) en el que la prepatencia se extiende hasta 4-5 meses. En el ciclo normal, al término de 4 días la L3 luego de perder su envoltura se enfunda, alcanza el cuarto estadio (L4) y a los 10 días post infección emerge a la luz y se convierte en L5. Ésta madura rápidamente alcanzando el estadio adulto (machos y hembras), se produce la cópula, las primeras hembras grávidas pueden encontrarse alrededor del día 15 mientras que los huevos podrán ser hallados en las heces alrededor de los 20 días post infección. Cada hembra podrá poner varios miles de huevos a lo largo de su vida, que va desde unas 4 semanas hasta 12 meses.

La fase externa comienza cuando los huevos de los parásitos caen junto con la materia fecal. Bajo condiciones apropiadas de aireación, humedad y temperatura comienzan a evolucionar pasando por varios estadios (mórula, gástrula, larva pre-eclosionada) antes de dar origen a la L1, que abandona el huevo y después de un período de actividad en el que se alimenta de bacterias y hongos presentes en las heces muda a L2. Esta última larva tiene los mismos hábitos alimenticios que L1, tienen muy escasa movilidad y son los estadios más vulnerables a las condiciones medio ambientales desfavorables.

Luego de un período de reposo adquiere el estadio de L3 infestante, manteniendo la cutícula de la L2 y desarrollando una nueva envoltura, la cual le impide alimentarse pero la hace resistente a las condiciones ambientales, dependiendo su sobrevivencia de la energía acumulada en sus células intestinales. Otra característica importante de estas larvas es su gran movilidad.

El tiempo requerido para alcanzar el estado infectivo depende de la temperatura y la humedad (provista por las heces), pudiendo ser desde 2.5 días hasta varias semanas (Fiel y Steffan, 1994).

La fase de eclosión de huevos y desarrollo de larvas se incrementa en forma lineal dentro de un rango de 5 a 35 grados centígrados (Williams y Bikovich, 1973). Fuera de estos límites tiene lugar una alta tasa de mortalidad (Levine, 1963).

Las L3 migran fuera de la materia fecal sólo si existe suficiente humedad, y son capaces de trepar por el tallo de la planta hasta una altura que oscila entre 20-25cm como máximo, favorecido esto por el microclima propicio que se forma entre el suelo y el extremo de la planta (Williams y Bikovich, 1973), aunque aproximadamente el 50% se encuentra entre el suelo y los 10cm permaneciendo en la pastura hasta que son ingeridas por su huésped o mueren (Levine, 1963).

4.2.2. Dinámica de estadios de vida libre

La relación ambiente-parásito depende de dos factores fundamentales, como son el clima y las pasturas (Fiel y Steffan, 1994).

Clima: las condiciones climáticas establecen el predominio de determinadas especies en las distintas zonas de una región. La humedad es el factor más limitante, de forma tal que por debajo del régimen de 50mm mensuales de lluvia y con temperaturas de verano, es difícil que ocurra la infestación de las pasturas.

Las bajas temperaturas producen un retraso en la evolución de huevo a L3, y en algunos lugares geográficos actúan activando el fenómeno de inhibición del desarrollo o hipobiosis, que se desencadenará luego de que las larvas sean ingeridas por los animales (Armour, 1974; Lehane, 1981). En especies como *Haemonchus spp*, *Oesophagostomum spp* y otras adaptadas a climas cálidos, las heladas ocasionan gran mortandad de larvas (Levine, 1963).

En términos generales, se puede establecer que *Ostertagia* y *Nematodirus* se adaptan bien a climas fríos, *Cooperia* y *Trichostrongylus* son intermedios, en tanto que *Haemonchus* y *Oesophagostomum* desarrollan favorablemente en climas calidos (Levine, 1963).

La desecación resulta ser la mayor limitante de la supervivencia para todos los géneros parasitarios (Fiel y Steffan, 1994).

Pasturas: las larvas infectantes no se distribuyen homogéneamente en el pasto. Si bien es cierto que la mayor concentración se encuentra entre el nivel del suelo y los 10 cm. de altura, esto no es constante pues las L3 migran activamente en función de la humedad que tiene la planta. Además, responden de manera inversa a la intensidad lumínica, de manera que se encontrará larvas a mayor altura a la salida o a la entrada del sol y días nublados y lluviosos, al progresar el día cuando la radiación seca el rocío es probable que permanezcan en los restos vegetales depositados sobre el suelo.

Las pasturas son la llave de la transmisión parasitaria (Fiel y Steffan, 1994).

Particularmente bajo las condiciones climáticas de nuestra región, el desarrollo de huevo a larva infestante oscila entre 1-2 semanas en verano, 2-3 semanas en otoño, 3-6 semanas en invierno y 2-4 semanas en primavera (Fiel y Steffan, 1994).

La salida de las larvas infectantes desde la deposición fecal parecería depender casi exclusivamente de las lluvias; si bien tienen una intensa movilidad (Fiel y Steffan, 1994), ésta no puede manifestarse en ausencia de una película acuosa que las envuelva (rocío, lluvia).

Si las temperaturas son elevadas, la deposición fecal presenta la superficie seca (costra), para reblandecerla y que se pueda liberar L3 son necesarias lluvias de mas de 50mm o con un régimen de menor intensidad, pero constante, durante varios días (Rose, 1962; Young y Anderson, 1981).

Las deposiciones fecales de primavera-verano actúan como reservorio de larvas infectantes por más tiempo que las de otoño-invierno (Fiel y Steffan, 1994).

La supervivencia de las L3 en las pasturas oscila entre 5 y 14 meses, y las elevadas temperaturas del verano provocan una alta mortalidad de larvas, por lo tanto, el verano sería la estación más propicia para descansar las pasturas y esperar una disminución de la contaminación, sobre todo si el pasto es corto.

Todas las pasturas que alguna vez han sido pastoreadas están contaminadas en mayor o menor grado (Fiel y Steffan, 1994).

El ciclo epidemiológico en nematodos gastrointestinales está regido por dos factores fundamentales, la tasa de contaminación de la pastura y la tasa de infección como consecuencia de la ingestión de forraje por el rodeo.

La contaminación significa un aumento de huevos de nematodos en un potrero determinado y representa un peligro potencial al cual es necesario considerar cuando se manejan categorías de animales susceptibles. Esta contaminación está regulada por el potencial biótico de los nematodos más prevalentes de la época del año, por la densidad de una categoría determinada, por el estado inmunitario del hospedero y eventualmente por otros estados de adaptación biológico como la hipobiosis (Fiel y Steffan, 1994).

Todos los estadios que se encuentran en la pastura, se dice que están en "refugio" porque no son alcanzados por las dosificaciones impuestas.

Del desarrollo de esta cadena de eventos dependerá la infección del rodeo, que a su vez estará sujeta, a su capacidad de resistir el desafío larvario (Nari y Risso, 1994).

4.3. MÉTODOS DE CONTROL

La racionalidad de la metodología de control se basa en el entendimiento de los ciclos interno en el animal y externo en la pastura- de los nematodos gastrointestinales involucrados con el convencimiento de que la erradicación de la enfermedad en los campos es todavía imposible (Fiel y Steffan, 1994).

El entendimiento del comportamiento farmacológico de las drogas antihelmínticas y su integración con la información epidemiológica disponible, son fundamentales para optimizar la eficiencia del control antiparasitario.

La falta de integración entre manejo animal y tratamiento y el incorrecto uso de las drogas antihelmínticas disponibles, son elementos relevantes en la falla del control antihelmíntico (Lanusse, 1994).

4.3.1. Métodos químicos de control- Drogas Antihelmínticas

Los parasiticidas químicos son un recurso no renovable, es decir, una vez se ha desarrollado la resistencia al producto, se torna inservible y es abandonado; por lo tanto se trata de un bien que debe ser utilizado prudentemente para alcanzar el mayor beneficio (Nari y Fiel, 1999).

El descubrimiento y posterior desarrollo industrial de agentes químicos que puedan ser utilizados para combatir parásitos helmintos, sin causar efectos indeseables en el animal hospedador, es muy lento y complejo y requiere una inversión económica muy significativa. Baja eficacia antihelmíntica y gran número de efectos secundarios fueron las limitantes más importantes para los fármacos desarrollados inicialmente. Desde el descubrimiento de la fenotiazina en 1938, el primer gran avance en terapia antihelmíntica, mucho esfuerzo ha sido volcado en la búsqueda del antihelmíntico "ideal" (Lanusse, 1994). Esto ha resultado en el descubrimiento de muchos compuestos antihelmínticos de amplio espectro, proceso que fue particularmente intenso a partir de la introducción del tiabendazole en 1961 (Brown, 1961), especialmente con la incorporación de numerosos fármacos del grupo benzimidazol.

Los fármacos antihelmínticos ejercen sus efectos sobre el parásito, a través de interferencia con los procesos de metabolismo energético, coordinación neuromuscular y dinámica microtubular.

Los principales fármacos antihelmínticos disponibles para la utilización en rumiantes son los siguientes grupos:

Benzimidazoles (tiabendazole, albendazole, fenbendazole, oxfendazole)

Pro-benzimidazoles (tiofanato, febantel, netobimin)

Imidazotiazoles (levamisol, tetramisol)

Terahidropirimidinas (morantel, pirantel, oxantel)

Avermectinas (ivermectina, abamectina, doramectina)

Milbemicinas (moxidectin)

Bencimidazoles

Los bencimidazoles (BZM) y pro-bencimidazoles (pro-BZM) son drogas mundialmente utilizadas, alcanzaron gran difusión al ofrecer ventajas importantes sobre otras drogas disponibles anteriormente, en términos de espectro, eficacia contra estadios larvarios inmaduros, margen de seguridad para el animal tratado y bajo costo (Campbell, 1990).

Mecanismo de acción:

Actúan provocando alteración en la estructura microtubular, se unen a la proteína tubulina del nematodo, favoreciendo la despolimerización y alterando la estructura de los microtubulos; éstos están involucrados en diversos procesos vitales para la función celular, tales como el transporte de nutrientes,

división celular mitótica, estructura celular. Esa selectiva unión a la proteína tubulina del parásito desencadena una disrupción del equilibrio dinámico tubulina-microtubulos, lo cual altera el funcionamiento celular (Lacey, 1990). También de manera secundaria podrían modificar la actividad de enzimas como fumarato reductasa y provocar interferencia con el metabolismo energético en el transporte de glucosa hacia el citosol del parásito (Lanusse, 1994).

Los antihelmínticos BZD son muy poco hidrosolubles y variaciones menores en solubilidad, pueden tener un significativo impacto en la absorción GI y la eficacia clínica resultante. La falta de solubilidad en agua es una de las limitantes más importantes en la formulación farmacéutica de los BZD, lo cual solo permite su preparación en forma de suspensiones, pastas o gránulos para la administración oral o intraruminal. La superficie mucosa del tracto GI se comporta como una barrera lipídica para la absorción de sustancias activas, donde liposolubilidad y grado de ionización del fármaco al pH de los fluidos GI, son elementos fundamentales. Sin embargo, cuando compuestos BZD son administrados por una vía parenteral en forma de suspensión, las partículas de droga deben disolverse en los fluidos GI, para facilitar la absorción de la molécula BZD activa a través de la mucosa GI.

El ABZ y FBZ poseen una limitada absorción GI debido a sus bajas solubilidades en los fluidos GI. La tasa de disolución, el pasaje a lo largo del tracto GI y la absorción hacia la circulación sistémica es lenta. Esto resulta en una mayor permanencia en el organismo de estos compuestos que no son hidrosolubles (Lanusse, 1994).

Mientras el pico plasmático de TBZ (hidrosoluble) es logrado a las 4 h post-tratamiento, FBZ alcanza el mismo a las 24 h post-tratamiento y persiste en plasma y tracto GI por un periodo de tiempo notoriamente más prolongado que TBZ (Lanusse, 1994).

Con respecto a la distribución GI, la tasa de absorción, metabolismo y excreción de compuestos BZD varía entre las diferentes drogas del grupo; lenta y sostenida absorción GI y prolongado reciclaje entre plasma y tracto digestivo, son factores relevantes para optimizar la eficacia antihelmíntica de los BZD. Parásitos localizados en la mucosa abomasal o intestinal están más expuestos a la droga, que por distribución es reciclada entre plasma y tracto GI, que a la droga no-absorbida que pasa por el lumen de dichos órganos mezclada con el contenido digestivo, en dirección hacia el tracto GI posterior. Además la molécula BZD que llega al tubo digestivo desde el plasma, es más importante que la droga pasando por el lumen sin absorción, aun en efectividad sobre nematodos GI. Se demostró que una dosis de OFZ administrada vía intravenosa es tan o más efectiva que la administración oral de la droga, contra *Haemonchus contortus* y *Trichostrongylus colubriformis* resistentes a BZD. (Lanusse, 1994).

Albendazole, fenbendazole y oxfendazole son lipofílicos y permanecen por más tiempo en la circulación sistémica. Por consecuencia estas drogas tienen un mayor tiempo para intercambio (reciclaje) entre plasma y tracto GI, lo cual

es muy importante para alcanzar concentraciones adecuadas en el tracto digestivo y prolongar la exposición de parásitos localizados en el mismo, a niveles de droga que les son tóxicos.

Los compuestos BZD y sus metabolitos son intercambiados reversiblemente entre plasma y tracto digestivo, lo cual favorece la llegada de droga activa a parásitos localizados en la mucosa o lumen GI (Lanusse, 1994). Este mecanismo tiende a concentrar los metabolitos por ejemplo ABZSO en el tracto GI, lo cual es particularmente importante en el caso del abomaso, donde un pH mas ácido que el de los fluidos ruminal o intestinal, favorece un fenómeno de secuestro de droga muy importante (Lanusse, 1994).

Imidazotiazoles – Levamisol:

Levamisol es un polvo cristalino, soluble en agua (210 mg/ml), que puede ser formulado para su administración oral, intraruminal, parenteral, pour-on, en forma de bolo de liberación prolongada o como aditivo en la ración. La mayoría de las formulaciones contienen levamisol como una sal de clorhidrato, excepto para los preparados inyectables que son formulados como sales de fosfato.

Levamisol es un compuesto antihelmíntico con un buen espectro de actividad sobre estadios maduros de la mayoría de los nematodos GI de los rumiantes, siendo altamente efectivo sobre adultos y estadios larvarios de parásitos bronco-pulmonares. Su actividad sobre larva inhibida de *Ostertagia spp* en bovinos es muy pobre (Lanusse, 1994)

Mecanismo de acción:

Agonista colinérgico, provoca parálisis espástica en los nematodos debido a una contracción muscular sostenida, que facilita la eliminación del parásito del animal. La absorción de levamisol por parte del helminto es principalmente transcuticular.

Para fármacos como levamisol que afecta la coordinación neuromuscular del parásito en forma rápida, el pico de concentración plasmática alcanzado puede ser mas importante para el efecto antihelmíntico, que el tiempo de duración del fármaco activo en el organismo del animal hospedador (Lanusse, 1994).

Tras la administración subcutánea alcanza el pico plasmático 1 hora post-administración, siendo eliminado completamente de la circulación sistémica aproximadamente a las 6 horas post-tratamiento.

La biodisponibilidad plasmática es significativamente menor tras su administración oral (42%) o intraruminal (45%) comparado con la administración por vía subcutánea

Estas diferencias podrían estar dadas por una degradación de levamisol en el tracto GI o por una adsorción del compuesto al material fibroso en el rumen, lo cual afectaría la absorción del antihelmíntico en el intestino. Aunque puede

existir absorción a través del epitelio ruminal, el principal sitio de absorción de levamisol es el tracto GI posterior (Lanusse, 1994).

Las concentraciones de levamisol en plasma y fluidos GI obtenidas tras la administración pour-on del antihelmíntico, son notablemente más bajas que aquellas alcanzadas cuando el fármaco es administrado por otras vías.

Levamisol ha sido también formulado como un bolo de liberación prolongada, que ha demostrado aportar concentraciones plasmáticas suficientes para impedir la re-infección con *Ostertagia spp* en bovinos por solo 2 semanas, siendo las mismas eficaces para prevenir re-infección con *Cooperia oncophora* por al menos 6 semanas, posteriores a la administración del bolo (Lanusse, 1994).

Avermectinas y milbemicinas

Los fármacos endectocidas incluyen una serie de sustancias naturales y/o semisintéticas que pertenecen a las familias de las avermectinas (AVM) como abamectina, ivermectina, doramectina; y las milbemicinas como nemadectin, moxidectin

Estas sustancias comparten algunas propiedades estructurales y fisicoquímicas, sus elevadas potencias endectocidas a dosis extremadamente bajas y un mismo mecanismo de acción. Aunque existen pequeñas diferencias en la estructura química y comportamiento farmacológico de estas moléculas, el perfil farmacocinético general y el patrón de eficacia es similar para todos ellos.

Los compuestos endectocidas son fármacos antiparasitarios de amplio espectro, efectivos contra nematodos y artrópodos.

La familia de las AVM se origina de la fermentación del actinomiceto *Streptomyces avermitilis*, de esta fermentación se originan cuatro pares homólogos de compuestos muy similares AVM A1, A2, B1 y B2 (Lanusse, 1994). Las AVM son lactonas macrocíclicas de 16 miembros con un sustituyente disacárido en el C13, que comparten características estructurales con la molécula de los antibióticos macrólidos y los actinomicóticos poliénicos, pero sin tener espectro antibacteriano ni antifúngico. Las dos moléculas de glucosa presentes en el C13 y la presencia de un grupo hidroxilo en el C5, son determinantes para la actividad antihelmíntica e insecticida de la IVM. Las AVM son sustancias altamente lipofílicas, que poseen un elevado peso molecular. Son solubles en solventes orgánicos como cloroformo, acetona, ciclohexano, dimetilformamida y dimetilsulfóxido (DMSO) Poseen muy baja solubilidad en agua con valores de 0.006 a 0.009 mg/l (Lanusse, 1994).

Las milbemicinas como el moxidectin se obtienen a partir de modificaciones químicas de nemadectin, que es un producto natural de la fermentación del *Streptomyces cyaneogriseus*.

Moxidectin no posee el disacárido de reemplazo en el C13, posee menor peso molecular y mayor solubilidad en agua que Abamectina e IVM. Estas diferencias fisicoquímicas menores entre las diferentes moléculas de los fármacos endectocidas, pueden jugar un rol muy importante en la flexibilidad para la formulación de los mismos, en el comportamiento farmacocinético, en los mecanismos de absorción de las drogas por parte de los distintos parásitos y, en el potencial desarrollo de resistencia (Lanusse, 1994).

Mecanismo de acción:

Actúan sobre sitios específicos que modifican la actividad neuromuscular en el parásito; en receptores neuronales (mediados por GABA o no) cuyo agonismo induce a una apertura de los canales de cloro, hiperpolarización de membrana y parálisis flácida del helminto (Lanusse, 1994).

Indudablemente, IVM es la droga que mejor se ha caracterizado, posee una elevada eficacia sobre estadios adultos y larvarios de nematodos GI y pulmonares como así también, sobre parásitos externos de diferentes especies animales. (Chabala, 1980)

El comportamiento farmacocinético de esta droga difiere de acuerdo a la formulación, la vía de administración utilizada y la especie animal (Lanusse, 1994).

IVM es una molécula grande que a pesar de poseer dos azúcares y dos grupos hidroxilos, es muy poco soluble en agua. Administrada por vía intravenosa en bovinos su vida media de eliminación es de 2.7 a 3 días, sin embargo una vida media más prolongada ha sido descripta en ovinos tratados por vía intravenosa, se ha descrito un elevado volumen de distribución del fármaco en diferentes tejidos, siendo de especial relevancia la distribución del fármaco en el tejido adiposo que puede actuar como depósito de droga (Lanusse, 1994).

La pobre solubilidad en agua favorece la deposición de la droga en el sitio de administración subcutánea, lo cual actúa como depósito de droga que retarda la absorción y favorece una mayor permanencia del fármaco en el organismo. La composición de la formulación, afecta notoriamente la cinética de absorción, el perfil farmacocinético y la eficacia de IVM administrada parenteralmente (Lanusse, 1994). La inyección subcutánea formulada con un vehículo no acuoso (60% propilenglicol, 40% glicerol formal), resulta en una absorción más lenta con un pico plasmático más bajo y obtenido más tardíamente, pero con una vida media de eliminación más prolongada que la administración de la droga en un vehículo acuoso. Vehículos más acuosos (menor proporción de glicerol formal) favorecen una absorción más rápida con una concentración plasmática pico más elevada, pero la permanencia de la droga en plasma es más corta. La vida media de eliminación en bovinos tratados con IVM subcutánea, puede resultar hasta 3 veces más prolongada cuando la droga es preparada en un vehículo no acuoso (Lanusse, 1994).

La administración pour-on de IVM a razón de 0.5 mg/kg. en bovinos resulta en un 99-100% de eficacia sobre nematodos GI y pulmonares, resultados

similares a los obtenidos cuando se administra IVM subcutánea a razón de 0.2 mg/kg. La necesidad de utilizar una mayor dosis para obtener eficacias equivalentes por vía tópica es debido a una absorción menos eficiente del fármaco a través de la piel, que se traduce en menor biodisponibilidad plasmática.

IVM posee un amplio espectro de actividad sobre nematodos GI, su eficacia puede variar según la especie parasitaria en cuestión. Presenta eficacia superior sobre nematodos localizados en abomaso que sobre los que se localizan en intestino delgado de ovinos y bovinos. Se requieren dosis más elevadas para *Cooperia spp.* y *Nematodirus spp.* que las que se necesitan para obtener óptimas eficacias sobre nematodos abomasales. Esto puede ser debido a una susceptibilidad diferencial de especies a la droga, pero también podría estar relacionado a la concentración de droga disponible en el sitio de acción (Lanusse, 1994).

4.3.2. Otros métodos de control

Hongos Nematófagos

Los hongos nematófagos consisten en una gran variedad y diversidad de hongos capaces de infectar y alimentarse de nematodos. Son habitantes naturales del suelo, pueden ser aislados de heces de animales y su patrón de colonización es influido por las condiciones climáticas.

Los hongos denominados “nematófagos” pueden ser clasificados como “predadores” o “endoparásitos”. Los predadores son especies que producen un sistema hifal extenso en el ambiente. Las estructuras predatoras desarrolladas por estos hongos pueden ser muy simples, tales como las especies que forman hifas adhesivas aseptadas, hasta altamente especializadas, como son los anillos constrictores. Los llamados endoparásitos existen en el ambiente como esporos y deben alcanzar los nemátodos por adhesión o ingestión.

A pesar de ser susceptibles a las condiciones climáticas desfavorables en el ambiente, como la baja humedad y temperatura, la mayoría de ellos precisan tener contacto con los nematodos para establecer infecciones y otros necesitan ser ingeridos para cumplir su ciclo de vida.

De todos los hongos aislados, hasta el presente sólo uno de ellos, *Duddingtonia flagrans*, se ha establecido como el candidato ideal. La razón para esto es que, aparte de ser un predador altamente eficiente basándose en la formación de redes tridimensionales, *D. flagrans* produce abundante cantidad de esporos de resistencia (clamidosporos) que soportan el pasaje a través del tracto gastrointestinal de los animales. Esto permite que el hongo pueda ser dosificado en forma sencilla y ser administrado a los animales, para luego aparecer en las heces y allí ejercer su acción predatora sobre las larvas de los parásitos.

Los hongos llevan a cabo su acción sobre los parásitos cuando las larvas de éstos y el hongo predador se encuentran en las heces de los animales. El

hongo crece y comienza a desarrollar su sistema hifal en forma de red. Como las larvas presentan gran motilidad, terminan quedando atrapadas en la red fúngica y son una fuente de nutrición del hongo. Como consecuencia, el número de larvas en la materia fecal se reduce, y por lo tanto, también disminuye la cantidad de larvas infectantes en el pasto (Saumell y Fernandez, 2000).

Los hongos nematófagos exhiben una serie de ventajas: tienen ciclo de vida corto con alta actividad reproductiva; algunos son específicos -como los hongos endoparásitos-, producen esporos de resistencia o quedan en una fase saprofitica en ausencia de sus hospedadores. Además, no son patógenos para los animales. La desventaja del uso de este sistema de control radica en que los clamidiosporos deben ser administrados diariamente con alimento; su acción no está dirigida a la población parasitaria en el animal, si no a las larvas en la pastura, por lo que no eliminan las poblaciones parasitarias sino que las reducen a mediano plazo por favorecer la disminución de larvas en refugio. Esto en realidad puede considerarse una ventaja ya que la población parasitaria remanente actuaría como estímulo permanente de la respuesta inmunológica contra los parásitos, si se mantiene en bajo número, (Saumell y Fernandez, 2000).

Vacunas

Consiste en la elaboración de vacunas contra NGI como alternativa de control, enfocado a obtener un mejor estímulo y desarrollo de la respuesta inmune por parte del animal.

La primera vacuna desarrollada comercialmente fue contra *Dyctiocaulus viviparus*, en base a larvas irradiadas, a pesar de su comprobada eficacia falló en la comercialización y en la necesidad de repetirla para mantener una protección adecuada (Saumell *et al.*, 2005).

Para parásitos NGI y otros parásitos existen en etapa de desarrollo vacunas recombinantes y vivas en las que aun se presentan varias dificultades a superar como lo es la obtención y producción de fracciones de antígenos de los nematodos para su comercialización o la complejidad de la respuesta inmune del hospedero a los parásitos, de la que se desconoce, en parte, la interrelación funcional entre hipersensibilidad local, respuesta inflamatoria e inmunidad celular y humoral (Smith *et al.*, 1999).

Han sido observados avances significativos en el desarrollo de vacunas contra *Haemonchus contortus* donde nuevas proteínas fueron descubiertas tanto en estadios intermedios como en adultos machos y hembras (Geldhof *et al.*, 2005). Los trabajos sobre *Ostertagia ostertagi* son mas incipientes y los resultados obtenidos muestran alguna acción para eliminar los parásitos adultos pero todavía con una alta variabilidad de resultados (Claerebout *et al.*, 2005).

Rotación de potreros

La clausura de potreros libre de animales es una práctica que puede ayudar a bajar la infectividad de los pastos. El descanso se debe efectuar durante el verano pero con la condición que el forraje esté lo más corto posible cuando esté clausurado el potrero. Esto se puede lograr a través de corte mecánico-para heno- o por pastoreo directo con vacas adultas- sin crías- sacando los animales cuando la situación es de sobrepastoreo. (Nari y Fiel, 1999).

Rotación con otras especies

La utilización de una pastura en forma alternada por bovinos y ovinos ha sido una práctica de efectividad probada en la disminución de la infectividad del forraje. El sistema se basa en que la transmisión cruzada entre bovinos y ovinos parece ser lo suficiente restringida ofreciendo substanciales beneficios para los respectivos hospederos. (Nari y Fiel, 1999).

4.4. RESISTENCIA ANTIHELMÍNTICA

Se define como resistencia “cuando una cantidad significativa de individuos dentro de una población de parásitos, usualmente afectados por una determinada dosis de antiparasitario, no es completamente afectada o es necesario el incremento de la concentración inicial del principio activo para llegar al nivel de eficacia original del mismo; la resistencia es heredable” (Prichard, 1980).

Este fenómeno es una capacidad fundamental de los seres vivos, para evolucionar en condiciones ambientales cambiantes con el fin de sobrevivir bajo nuevas circunstancias.

La resistencia a un fármaco puede ser natural o adquirida y desde el punto de vista económico, la resistencia adquirida es la mas importante debido a las complicaciones que provoca al sistema de producción y porque todavía es evitable (Steffan *et al.*, 2005).

Con la continua selección de los individuos resistentes que se produce por el uso repetido de los antiparasitarios, aumenta la frecuencia de los genes de la resistencia en la población, hasta producir el reemplazo de la población sensible por una población resistente al fármaco con el consiguiente fracaso del tratamiento antihelmíntico (Romero *et al.*, 1998).

El efecto de selección sobre la frecuencia de alelos resistentes dentro de una población de parásitos es influenciado por distintos factores que han sido agrupados en “operacionales” (naturaleza del compuesto antiparasitario, frecuencia de aplicación, rotación de compuestos y sistema de pastoreo), “genéticos” (frecuencia, dominancia y numero de alelos resistentes en la población parasitaria) y “biológicos o ecológicos” (potencial biótico de los parásitos, numero de generaciones en el ciclo de producción, migración y supervivencia de los estadios infectivos en las pasturas) (Steffan *et al.*, 2005).

Para minimizar las consecuencias de los efectos devastadores de los parásitos y sumado al costo relativamente bajo, los compuestos antiparasitarios comenzaron a utilizarse rutinariamente en forma sistemática y a cortos intervalos (Anziani y Fiel, 2004).

Con esta metodología empírica y simplificada de control, se produce una “alta presión de selección” donde la progenie de los parásitos sobrevivientes a los tratamientos –genéticamente resistentes- comienza a ser paulatina y proporcionalmente mas importante y así, conformar la mayor proporción de parásitos resistentes en las poblaciones en “refugio” presentes en el medio ambiente, (Martin *et al.*, 1981).

El término de “refugio”, puede ser definido como la proporción de la población parasitaria que no es expuesta a una medida de control en particular, escapando así a la selección por resistencia (Van Wyk, 2001). En el caso de los parásitos internos, esto incluye generalmente a la proporción de la población de nemátodos que vive fuera del hospedero, en la pastura. Luego de una aplicación de un fármaco específico, la población de parásitos que sobrevive al tratamiento debe desarrollarse y competir con los individuos que no fueron alcanzados por el tratamiento; de modo que el tamaño de esa población en refugio tiene una implicación directa en el grado de selección para la resistencia.

Muchos individuos del refugio suelen perderse como consecuencia de condiciones ambientales desfavorables (rayos solares, desecación), depredadores o simplemente porque no coincidieron con el hospedero apropiado y llegaron al límite de sus reservas (Papadopoulos *et al.*, 2001). Una vez en el huésped los parásitos susceptibles y resistentes estarán sujetos a pérdidas provocadas por las defensas inmunitarias y por la barrera impuesta por hospederos inespecíficos aunque las tasas de mortalidad no difieren entre susceptibles y resistentes. Finalmente todos aquellos individuos que hayan superado estas barreras y el tratamiento con antiparasitarios tendrán importancia en el desarrollo de resistencia; la velocidad a la que ésta se disemine entre la población depende de complejos factores relacionados (Smith *et al.*, 1999). La relevancia epidemiológica de este proceso, está basada en el enorme potencial biótico de los parásitos, que les permite cambiar sucesivamente, la composición genética del refugio. Se ha sugerido en el caso del manejo de la resistencia parasitaria de las helmintiasis de los ovinos (Van Wyk, 2001) que se deben evitar estrategias de aplicación de antihelmínticos, en las cuales todos los animales son tratados y luego colocados en praderas limpias; porque de esta manera se incrementa la selección para resistencia al ser el refugio muy reducido. Del mismo modo se ha sugerido que la sequía y el aislamiento del rebaño, pueden favorecer el desarrollo de resistencia (Papadopoulos *et al.*, 2001).

4.5. PRUEBAS DIAGNOSTICAS

La Asociación Mundial para el Avance de la Parasitología Veterinaria (WAAVP por su sigla en inglés) ha estandarizado las pruebas para detectar la resistencia antihelmíntica de nematodos (Coles *et al.* 1992). Una de ellas es la prueba in vivo de reducción del contaje de huevos en la materia fecal (TRCH), que determina la eficacia antihelmíntica comparando la eliminación de los huevos antes y después de un tratamiento.

Hasta el momento ninguna técnica se ha demostrado como lo suficientemente sensible antes que alrededor del 25% de los helmintos sean resistentes, esto dificulta aun la predicción de la aparición de resistencia y medidas tempranas para evitarla antes de este nivel (Caracostangolo J. *et al.* 2005).

El método mas confiable para detectar la resistencia a los antihelmínticos es el test in vivo conocido como test de eficacia controlada el cual compara el número de nematodos adultos obtenidos a la necropsia entre animales tratados y controles sin tratamiento. Por los altos costos requeridos, laboriosidad y tiempo demandado, este método se encuentra prácticamente restringido a trabajos muy específico de investigación, limitando seriamente su aplicación en situaciones de campo y nunca podría ser utilizado con una especie en peligro de extinción (Anziani y Fiel, 2005). Así mismo, los test in vitro actualmente disponibles, basados en la motilidad de las larvas o en la eclosión de huevos, presentan aún inconsistencias en la interpretación de los resultados y requieren del mantenimiento de cepas de referencia susceptibles y resistentes, condicionando por el momento su uso (Anziani y Fiel, 2005). Por lo expuesto anteriormente hasta el presente el método mas utilizado en todo el mundo para detectar la resistencia de los nematodos ha sido el test de la reducción del conteo de huevo (TRCH) el cual compara los valores del contaje de huevos por gramo de heces (hpg) antes y luego del tratamiento. Se asocia la presencia de resistencia antihelmíntica cuando la reducción entre ambos valores del hpg resultan inferiores al 90% y en forma complementaria este test requiere del coprocultivo larvario en las muestras pre y post tratamiento para determinar la participación relativa de cada género parasitario (Mc Kenna, 1996).

En rumiantes, los resultados del test deben ser considerados sólo una estimación de la eficacia antihelmíntica debido a que la postura de huevos por los nematodos no siempre guarda una estrecha correlación con la carga parasitaria. En este contexto, el test podría mostrar mayor eficiencia con géneros que tienen un alto potencial biótico y/o con buena correlación entre el numero de huevos y el de nematodos como por ejemplo *Haemonchus spp*, pero podría ser menor cuando se considera al genero *Ostertagia spp* (Anziani y Fiel, 2005). Otra de las limitantes del test es su baja sensibilidad ya que sólo permitiría detectar resistencia cuando la frecuencia de genes resistentes en una población excede el 25% y ya se observan fallas clínicas al tratamiento (Martin *et al.*, 1981).

Sin embargo, es la técnica más barata y cuando es correctamente utilizada provee evidencias indirectas claras de la eficacia antihelmíntica (Mc Kenna, 1996).

4.6. PARASITOLOGÍA EN RUMIANTES SILVESTRES

4.6.1. Particularidades de parasitología en rumiantes silvestres con relevancia para este estudio.

Según Diez-Baños e Hidalgo-Argüello (2006), estudios realizados en la última década confirman la hipótesis de que los parásitos pueden regular las poblaciones de hospedadores. Se admite que animales muy parasitados tienen menos capacidad para competir por territorios, lo que podría ocasionar que sea eliminado de su hábitat primario y tenga que alimentarse en zonas con escaso alimento o de peor calidad. Como consecuencia, los efectos de la infección se exageran y el animal es más vulnerable a los depredadores. Por otra parte, la alteración de los hábitos del hospedador o su desaparición, obligaría al parásito a utilizar hospedadores nuevos, a los que no están adaptados, provocando una situación patogénica conflictiva. También, se sabe que la resistencia fisiológica del animal silvestre es mucho más elevada que la del doméstico, de forma que en las infecciones agudas, es habitual que la observación de los primeros síntomas sea la muerte. Del mismo modo que las infecciones crónicas son muy difíciles de detectar clínicamente, ya que estos animales débiles serían fácil presa de los predadores de la zona, (Diez-Baños e Hidalgo-Argüello., 2006). En condiciones naturales, por lo tanto, es difícil encontrar animales cursando alguna enfermedad parasitaria, de hecho varios estudios realizados en rumiantes de vida libre muestran bajas cargas parasitarias, un ejemplo que afirma esto es el estudio realizado por Cao Yi Fan *et al.* (2005) sobre el antílope tibetano (*Pantholops hodgsoni*) donde se hallaron sólo tres géneros diferentes y muy bajas cargas, *Nematodirus* un 94,4%, *Marshallagia* 91,6% y *Moniezia* 19,4% y promedio de HPG de 5.58, 5.11 y 2.86 respectivamente.

Por el contrario, cuando estos rumiantes salvajes están en cautiverio presentan problemas parasitarios. Una de las causas de esto radica en que se encuentran en un espacio limitado, siendo expuestos constantemente a las mismas pasturas contaminadas, sin poder aplicar “estrategias antiparasitarias” que realizarían en la naturaleza. Este tipo de estrategias fueron señaladas por Ezenwa, (2004) quien estudió la estrategia de defecación y pastoreo selectivo en antílopes, como posible comportamiento antihelmíntico en rumiantes silvestres. La defecación selectiva y el pastoreo selectivo son dos comportamientos potencialmente antihelmínticos utilizados por ungulados para reducir la transmisión parasitaria feco-oral. Mientras que existen evidencias de que las especies domésticas utilizan estas estrategias, es muy poco lo que se conoce sobre la ocurrencia y eficacia de estos comportamientos en ungulados silvestres. Al examinar si los antílopes tenían este tipo de comportamiento, se encontró que la concentración de larvas en la pastura próxima a los bosteros era mucho mayor a la próxima a las deposiciones tipo boñigas y las áreas sin heces. Se observó que antílopes en libertad no pastaban cerca del “bostero”. Lógicamente esta estrategia solo puede suceder en vida libre ya que en cautiverio el animal no cuenta con el espacio suficiente para tener los bosteros muy distantes del área de alimentación.

Otra de las causas podría ser la discordancia entre las condiciones ambientales del hábitat natural a las condiciones del encierro en el cual se alberga al

animal. Un claro ejemplo de esto ocurre con los antílopes que habitan en desiertos, donde la contaminación parasitaria del suelo es muy baja ya que las condiciones del mismo son adversas para las larvas parasitarias; sin embargo en la mayoría de los encierros destinados a estos antílopes las condiciones del suelo son muy diferentes, siendo alojados usualmente en corrales con ricas pasturas, dándose condiciones óptimas para el desarrollo de larvas de nemátodos. Por lo tanto en cautiverio, se verían mucho más expuestos a la contaminación parasitaria que en la naturaleza. Afirmando esta idea, en un estudio realizado por Roberts y Fernando (1990) se observó un menor nivel de resistencia a los nemátodos gastrointestinales en especies de rumiantes salvajes que habían sido poco expuestos a grandes infestaciones en sus ambientes naturales. En su estudio resaltaron que las especies más susceptibles eran las que habitan en desiertos ya que allí la exposición a la infestación parasitaria es mínima.

4.6.2. Géneros parasitarios encontrados en antílopes

En Sud Africa, Boomker *et al.*, (2000), estudiaron los géneros parasitarios y el HPG de tres *Oryx gazella* de vida libre encontrándose *Trichostrongylus rugatus* como el nematodo de mayor prevalencia, luego *Cooperia* sp., *Agriostomum* sp., *Haemonchus contortus*, *Nematodirus spathiger* y *Ostertagia ostertagi*. Otro detalle interesante a mencionar es que en estos antílopes sudafricanos fueron encontrados en el mesenterio *Cysticercus*.

Se ha descrito la ocurrencia de severas infestaciones de NGI en gacelas y antílopes en cautiverio causadas por *Camelostrongylus* spp., *Nematodirus* spp., *Haemonchus contortus*, *Ostertagia* spp., *Trichostrongylus* spp. y *Trichuris* spp. (Church, 1986; Flach y Sewell, 1987).

También fueron descritos para los antílopes *Addax*, los géneros *Longistrongylus curvispiculum* (nematodo del Este de África) y *Haemonchus contortus* encontrados en *Addax nasomaculatus* en 2 ranchos de Texas. (Craig, 1993)

En un trabajo realizado por Goossens (2005), se monitorearon quincenalmente a lo largo de un año mediante la técnica de Mac Master 107 muestras de materia fecal de rumiantes silvestres de tres zoológicos diferentes (Royal Zoological Society of Antwerp, the Antwerp Zoo y Animal Park Planckendael). Estos rumiantes eran mayoritariamente diferentes especies de antílopes, gacelas, jirafas y okapi (*Oryx leucoryx*, *Oryx dammah*, *Tragelaphus euryceros isaaci*, *Tragelaphus spekii gratus*, *Taurotragus oryx*, *Aepyceros melampus*, *Gazella leptoceros*, *Connochaetes taurinus taurinus*, *Giraffe camelopardalis antiquorum* y *Okapia johnstoni*). En el zoológico de Antwerp, los conteos resultaron realmente bajos, probablemente debido a que los animales no pastoreaban y las heces eran removidas diariamente. En Plackendael, los antílopes mostraron tener una carga 10% mayor a la del resto de los rumiantes teniendo conteos entre 600-1350 HPG. Se observó un aumento en verano con un pico al final de primavera.

Con la excepción de los huevos de *Nematodirus* que se encontraron en mayor cantidad en juveniles, las variaciones en el conteo de huevos no tuvieron relación con sexo o edad.

Las especies encontradas a partir de animales necropsiados fueron: *Camelostrongylus mentulatus* del abomaso y *Trichostrongylus retortaeformis*, *Nematodirus fillicollis*, *Capillaria* spp. and *Trichuris* spp de intestino.

4.6.3. Control parasitario en rumiantes en cautiverio

Parásitos estrombiloideos como *Haemonchus*, *Camelostrongylus*, *Cooperia*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus* y *Nematodirus* son una causa significativa de morbilidad y mortalidad en colecciones de zoológico. En consecuencia, muchas de estas colecciones utilizan antihelmínticos como única medida de control parasitario. A pesar del uso común de estas drogas y de que es sabida la necesidad de establecer un control antiparasitario rutinario, son muy pocos los reportes sobre programas de control parasitario en ungulados exóticos. Al diseñar un programa de control parasitario se debe tener en cuenta que cada colección es única. Los diferentes géneros parasitarios predominantes y el clima, determinarán el diseño del plan de control. Factores relacionados con el manejo, número de animales por encierro, terreno del mismo y nutrición de los animales, afectan la carga parasitaria a tal punto que dos poblaciones iguales en individuos ubicadas en dos áreas geográficas pueden necesitar un programa de control parasitario completamente diferente el uno del otro, (Isaza y Kollias , 1999)

Tipos de Programas de control parasitario

Hay tres tipos de programas de control parasitario.

Programas de tratamientos “Oportunistas”, los cuales involucran uso de antihelmínticos sólo cuando el conteo de huevos o los resultados de necropsia revelan la existencia de infecciones parasitarias en la colección, en este caso el uso de antihelmínticos es esporádico, por lo tanto no hay esfuerzo de erradicar la población parasitaria de la colección.

Programas de Erradicación (o “supresión”) involucran el uso de antihelmínticos por calendario con periodicidad y frecuencia determinadas. Estos programas tienen como objetivo la reducción del número de parásitos adultos en el hospedero y de este modo, mantener la infestación a niveles subclínicos.

Los programas de Tratamiento Estratégico se basan en un entendimiento de la epidemiología del parásito para determinar una mayor eficacia del uso de antihelmínticos. La racionalización en el uso estratégico del antihelmíntico se utiliza para disminuir la población de parásitos adultos en los momentos más críticos del año, por tanto limitar la contaminación del encierro con L3. En este tipo de programas, varios antihelmínticos son utilizados en determinada estación y pueden no utilizarse en la siguiente temporada. (Isaza y Kollias, 1999).

En animales domésticos se ha descrito resistencia a todas las clases de antihelmínticos, respecto a ungulados exóticos solo se ha descrito resistencia a benzimidazoles. Las recomendaciones para limitar la resistencia antihelmíntica son, reducir el uso de las drogas antihelmínticas, asegurarse de la correcta dosificación y rotación del fármaco a utilizar. Cuando se diseña un programa de control parasitario para animales silvestres el desarrollo de resistencia es un factor a tener en cuenta.

En lo que respecta a rumiantes domésticos las cabras parecen ser más susceptibles a los parásitos, seguidas por las ovejas y finalmente el ganado vacuno. A pesar de no haber sido documentado, algunas especies de ungulados exóticos parecen ser más susceptibles a los parásitos que otras. Existen reportes anecdóticos de la mayor susceptibilidad parasitaria que tienen los antílopes del desierto frente a los demás antílopes. (Isaza y Kollias, 1999)

Diversos estudios en rumiantes domésticos han demostrado que es más probable que tenga éxito aquel programa de control antihelmíntico que se focaliza en prevenir la contaminación de la pastura. La contaminación de la pastura ocurre cuando los parásitos adultos alojados en el hospedero eliminan huevos que se evacúan en la materia fecal teniendo como resultado final una acumulación en las pasturas de larvas infestantes. El objetivo de un tratamiento estratégico es la eliminación de parásitos adultos del hospedero durante aquellos períodos donde las condiciones climáticas son hostiles para las larvas impidiendo su supervivencia. Esta estrategia reduce la población parasitaria dentro del hospedero y en la pastura, minimizando la reinfestación. También reduce la morbilidad y mortalidad con un mínimo número de tratamientos, por lo tanto reduciendo la presión selectiva para el desarrollo de resistencia antihelmíntica. Citando un ejemplo, estos conceptos básicos de epidemiología son utilizados para desarrollar programas estratégicos de tratamientos antihelmínticos para ungulados exóticos en el San Diego Wild Animal Park (SDWAP). En este zoológico, durante 5 años antes de iniciar este programa los ungulados eran tratados con fenbendazol una o dos veces al año como tratamiento contra *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Camelostrongylus*, *Trichostrongylus*, *Trichuris* y *Nematodirus*. Sin embargo estos tratamientos eran realizados a destiempo en los diferentes encierros sin monitoreo de eficacia. Al desarrollar programas de control parasitario, es esencial evaluar las prácticas de manejo con otro criterio además de la impresión clínica. El conteo de huevos por gramo de materia fecal (HPG) es indispensable para el monitoreo de la potencial contaminación larvaria de la pastura, determinar eficacia del tratamiento, detectar resistencia antihelmíntica, estimar el grado de infestación de cada animal y detectar individuos objetivo para realizar una desparasitación estratégica, (Boyce *et al.*, 1991).

El tipo de programa de control parasitario (oportuno, supresivo o estratégico) y la severidad de la carga parasitaria que está afectando la población son factores importantes que determinarán la frecuencia de dosificación. En colecciones donde la carga parasitaria es muy alta, las dosificaciones terminan resultando demasiado frecuentes, presionando para el desarrollo de resistencia. Los programas de dosificaciones estratégicas reducen este riesgo.

La rotación de la droga es clave en la reducción del desarrollo de resistencia. Cuando se selecciona una droga nueva a utilizar debe ser de diferente grupo químico a la que venía siendo aplicada en la población, ya que la resistencia es al mecanismo de acción. La mayoría de los programas antiparasitarios en ungulados exóticos utilizan benzimidazoles y macrólidos, sugiriéndose la ocurrencia de resistencia a estas drogas como un problema común. Muchos trabajos recomiendan el uso de cierta droga efectiva durante un año y rotación a otro grupo diferente al siguiente año, (Isaza y Kollias, 1999).

4.7. ROL DEL ZOOLOGICO

En el zoológico contemporáneo los protagonistas son la educación, investigación y la conservación de los animales en peligro de extinción. Ya no son sólo una muestra taxonómica de la fauna. Los objetivos de los zoológicos contemporáneos, además del entretenimiento, son la educación, la conservación y la investigación. Adicionalmente se ha desarrollado también la inquietud por mantener a los animales en buenas condiciones de bienestar. (Koebner, 1994).

Objetivos de los zoológicos

Recreación

El zoológico ofrece la posibilidad de un paseo al aire libre, por un período relativamente largo de tiempo con atracciones que constituyen los animales y el contexto en el que estos se exhiben. Permite que participen y se entretengan todos los miembros de una familia al mismo tiempo y de todos los niveles socioeconómicos, cosa que pocas actividades pueden lograr. Si bien la mayor parte del público va al zoológico a entretenerse, no significa que no pueda aprender algo de valor permanente mientras se divierte con la visita, (Koebner, 1994).

Educación

El atractivo de los animales vivos sirve como punto de partida para estimular al visitante el interés de la relación y balance del mundo vivo (IUCN, 1993).

Los zoológicos deben responder al aumento general de conocimiento popular respecto de los animales y de la naturaleza, dando oportunidades educativas y material informativo. El público a su vez, con mayor conocimiento exige un mayor rigor en el manejo y en la exhibición de los animales y su ambiente.

Desde el punto de vista de la conservación, los programas educativos pueden despertar la curiosidad humana, que finalmente puede ser dirigida hacia actitudes y acciones que vayan en beneficio de los animales silvestres. Los zoológicos pueden ser una vía eficiente para desarrollar una actitud de conservación en la población a través de la educación ambiental (Polakowski, 1987).

El hecho de presentar a los animales vivos posibilita que el público tenga todo un espectro de experiencias que de otro modo no tendrían, el contacto directo con animales puede estimular la imaginación, agudizar la observación y enriquecer el pensamiento de los visitantes.

Conservación

Aunque la idea de conservar es probablemente tan antigua como la especie humana, el uso de ese término en el contexto presente es relativamente reciente. A través de los años la conservación ha adquirido muchas connotaciones: para algunos significa la protección de la naturaleza salvaje, para otros el sostenimiento productivo de materiales provenientes de los recursos de la Tierra.

La definición más extendidamente aceptada fue presentada en 1980 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales (IUCN) como: "La utilización humana de la biosfera para que rinda el máximo beneficio sostenible, a la vez que mantiene el potencial necesario para las aspiraciones de futuras generaciones".

La pérdida de la diversidad biológica reduce la complejidad de la biosfera, disminuyendo su estabilidad y sus posibilidades de enfrentar cambios exitosamente. Esto no sólo afecta a las especies de plantas y animales silvestres, sino también a los seres humanos, que dependemos de esos recursos.

Los zoológicos juegan en la actualidad un rol clave en la conservación de la diversidad animal. Mantienen vivos a individuos. Reproducen especies amenazadas por la extinción.

Pueden llegar a conservar también su comportamiento, factor vital para poder desarrollar programas de reintroducción de especies en hábitat disponibles en un futuro cercano.

Pero la función más importante para la conservación la cumple colaborando con la educación ambiental, generando una mayor comprensión y sensibilidad en las personas que tomarán las decisiones en el futuro.

La conservación "ex situ" se refiere a la mantención de animales silvestres en poblaciones estables fuera de su biotopo original. El objetivo final de la conservación ex situ es apoyar la sobrevivencia de especies en sus ambientes naturales (in situ). Así, los programas ex situ no son una alternativa, sino que son un complemento para la conservación de los biotopos (IUCN, 1993).

Según la Estrategia Global Para la Conservación en los Zoológicos, existen varias razones que apoyan esta modalidad:

-La propagación de especies en peligro crítico puede prevenir su inmediata extinción.

-Puede reestablecer y reforzar a las poblaciones silvestres ampliando el pool genético de las mismas.

- Las poblaciones ex situ pueden participar en relaciones públicas, educación y programas de investigación que vayan en beneficio de la supervivencia de sus conespecíficos en la naturaleza.

El intenso control que demanda el manejo de estas poblaciones requiere desarrollar:

- Conocimiento suficiente de la biología de dichas poblaciones.
- Un análisis poblacional y un ajuste periódico de los programas de reproducción de acuerdo con los resultados de los análisis. (IUCN, 1993).

Investigación

En el siglo XIX los zoológicos ya eran fuentes de conocimiento biológico. Muchas especies sólo pudieron ser estudiadas gracias a que se encontraban viviendo en un espacio controlado. Debido a esto, los zoológicos jugaron un rol importante en el desarrollo de las ciencias descriptivas: anatomía, taxonomía, estudio de locomoción, alimentación, etc.

La mayor parte del conocimiento en medicina de animales exóticos es el resultado de la investigación en los zoológicos. Estudios de nutrición, reproducción, fisiología y etología también han aportado mucha información.

Los zoológicos manejan diversas colecciones de animales originarias de todas partes del mundo. Se requiere una enorme cantidad de conocimiento científico acerca de todos los aspectos biológicos y médicos de los animales de la colección. Este conocimiento es necesario para alimentar, albergar y cuidar a los animales, para estimular su reproducción y mantenerlos saludables. (Koebner, 1994).

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Profundizar en el estudio de los parámetros parasitarios de la población de antílopes *Addax* que alberga el Parque Lecocq, con el fin de dar pautas útiles para elaborar un plan de control integrado aplicable en la misma.

5.2. Objetivos específicos

- a) Estudiar la relación entre carga parasitaria (medida por el hpg) y la edad de los animales.
- b) Estudiar la relación entre carga parasitaria (medida por el hpg) y el sexo.
- c) Examinar el comportamiento estacional de las parasitosis en los antílopes en las condiciones en que se mantienen en el Parque Lecocq.
- d) Evaluar la eficacia de las drogas antihelmínticas utilizadas en el parque.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Área donde se realizó el estudio

El Estudio se realizó en el Parque Lecocq, zoológico y centro de conservación de especies animales y vegetales de 270 hectáreas que se ubica en las márgenes del río Santa Lucía a 19,5 kilómetros del centro de Montevideo, Uruguay. Su principal característica consiste en que los animales viven en condiciones de semi libertad.

El parque pertenece a la Intendencia Municipal de Montevideo e integra la Unidad de Parques Municipales Protegidos. Apoya los esfuerzos de conservación mundial a través de sus programas de reproducción y cría en cautiverio.

En el mismo se alberga una de las mayores comunidades en cautiverio del mundo de antílopes *Addax nasomaculatus*, una especie amenazada de extinción, es el tercer zoológico del mundo en cuanto a número de *Addax nasomaculatus* albergados, después de Texas y San Diego en Estados Unidos.

6.2. Población de estudio

Se trabajó con una población de 24 antílopes (*Addax nasomaculatus*) (9 hembras adultas, 9 machos adultos, 4 machos crías y 2 hembras crías) residentes en el Parque Lecocq, alojados en 6 encierros de un área total de 1 hectárea, en grupos establecidos según su organización social y considerando el valor genético de cada animal.

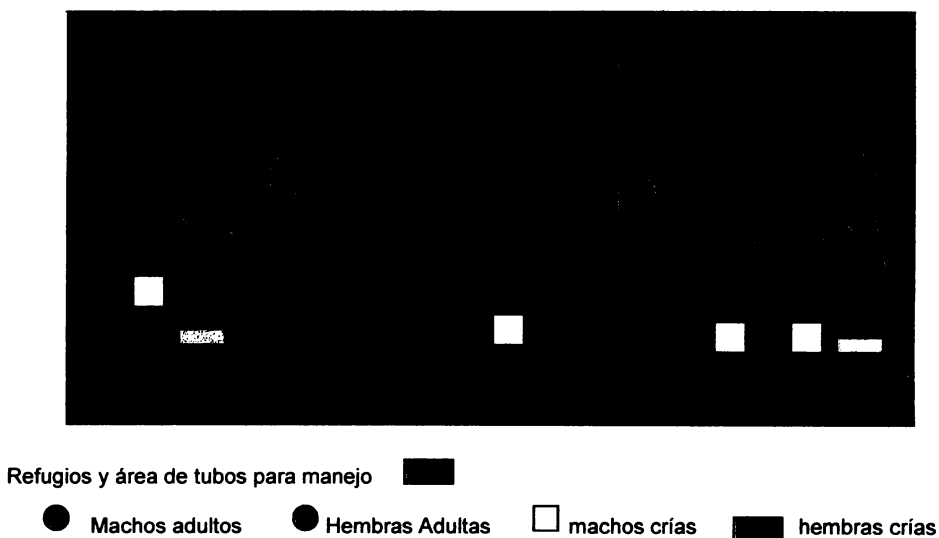


Figura 2: Esquema de distribución de animales por potrero.



Figura 3: Potreros donde se alojan los *Addax* en el Parque Lecocq. Nótese el abundante pasto, la zona arbolada y el refugio de quincho.

6.3. Metodología

A lo largo del año, se tomaron muestras de materia fecal de todos los antilopes durante el día de la desparasitación o el día posterior, las mismas fueron tomadas de la siguiente manera: en algunos casos fue posible tomar materia de la ampolla rectal ya que los animales estaban en el tubo para ser dosificados, pero en los casos en que la maniobra se complicaba ya fuera por la seguridad de los trabajadores o por riesgo de dañar a los animales que se resistían, se optaba por observar al animal, ya suelto en su corral, hasta que el mismo defecara e identificando la muestra mediante el trazado de transectas para luego entrar al corral, siempre bajo la protección del corralero, a extraer la muestra. Un vez identificadas y empaquetadas las muestras eran llevadas refrigeradas hasta el Laboratorio del Departamento de Parasitología de la Facultad de Veterinaria, donde se analizaron mediante la técnica de Mc Master utilizando solución saturada de Cloruro de Sodio (1.20 densidad), con una sensibilidad de 50 huevos por gramo de materia fecal, técnica cuantitativa para evaluar el número de huevos de nemátodos gastrointestinales por gramo de materia fecal: HPG; la misma permite también la identificación de aquellos géneros que tienen huevos diferenciables morfológicamente (*Nematodirus* sp, *Trichuris* sp, también ooquistes de coccidias). En función de distinguir aquellos géneros con huevos similares entre sí se realizaron coprocultivos por medio de la técnica de Roberts – O’Sullivan. Este método de identificación de géneros es aplicable para esta población ya que los parásitos que la afectan fueron anteriormente identificados macroscópicamente en necropsias y son los mismos que afectan el ganado doméstico. Las heces se mantuvieron a 26°C con humedad controlada durante 8 días, al término de los cuales y a través de la técnica de migración larvaria se recuperaron las larvas infectivas (García *et al.* 2000). Para su identificación se siguió la clave descrita por García *et al.* (2000), para nematodos gastrointestinales.

Dada la imposibilidad de realizar tests de reducción de conteo de huevos ("Test de Resistencia") debido al bajo número de animales, disparidad de categoría e imposibilidad de dejar un grupo control sin dosificar; la eficacia de las drogas antihelmínticas empleadas en el Parque se estimó comparando los

datos de HPG entre los días 0 (día de la dosificación) y día 12 ± 2 . En ésta ocasión para la toma de muestras, se observaban los animales hasta que todos hubiesen defecado, identificándose las muestras trazando transectas para luego ser recogidas junto al corralero, las muestras eran transportadas al laboratorio para realizar los análisis antes mencionados.

La idea inicial fue estudiar la eficacia de Ivermectina 3,15% y Levamisol (fármacos recomendados por Isaza y Kollias, 1999), pero en vista de la escasa eficacia demostrada por estos fármacos en esta población, se utilizaron otros antihelmínticos o diferentes presentaciones de los mismos (Ivermectina 1%, Doramectina) y combinaciones (Levamisol-Doramectina; Doramectina-Closantel, Ivermectina 3,15%-Closantel) evaluándose siempre de igual manera el grado en que las drogas eliminan las poblaciones parasitarias, comparando los HPG del día 12 (± 2) con los del día 0. También se determinó, mediante coprocultivo, cuáles géneros de nemátodos son más o menos susceptibles a la acción de las drogas. La metodología utilizada para evaluar la eficacia antihelmíntica se basó en la detección de la reducción en la eliminación fecal de huevos de nemátodos gastrointestinales, siguiendo las recomendaciones establecidas por la Asociación Mundial para el Avance de la Parasitología Veterinaria (WAAVP), cuya fórmula es: $PRCH = 100 (1 - (HPG_{12} / HPG_0))$. Donde "PRCH" es el porcentaje de reducción de conteo de huevos; "HPG 12" es el promedio de HPG de los individuos 12 días después del tratamiento; "HPG 0" es el promedio de HPG de los mismos individuos al día de la dosificación. El cálculo de los valores promedios de HPG del grupo para determinar el porcentaje de reducción fue a un intervalo de confianza del 95%. (Coles *et al.*, 1992)

A comienzos de julio murieron dos antílopes juveniles que habían sufrido un cuadro de diarreas recurrentes, tratadas con varios tipos de antihelmínticos y antibióticos, sin poderse determinar la causa exacta de su muerte. A la necropsia se determinó un cuadro importantísimo de trichuriasis y lógicamente una marcada anemia. A partir de allí se comenzó a utilizar Sulfato de Magnesio como solución de flotación en el Mc Master en vez de utilizar Cloruro de Sodio, ya que mediante el primero se logra la flotación de los huevos de *Trichuris* sp. más eficientemente, permitiéndose un conteo de los mismos.

Inicialmente de los 6 potreros correspondientes al encierro de los antílopes, uno, se encontraba vacío, por lo tanto sería posible instaurar un sistema de rotación de potrero para lo cual era fundamental el estudio de contaminación larvaria de las pasturas. Por diferentes razones de manejo, no fue posible dejar un potrero libre para realizar la rotación, por tanto el estudio de contaminación de pasturas carecía de sentido práctico, sumado al hecho que la mayoría de las veces resultaba impracticable, ya que al ser una especie tan territorial y agresiva, el único momento en el cual era posible la entrada a colectar las muestras de pasto sería cuando los animales estaban encerrados para ser dosificados, no coincidiendo este momento con la hora del día (temprano en la mañana o en el atardecer) en el cual el protocolo recomienda colectar la muestra de pasto.

Para estudiar la relación entre carga parasitaria (medida por el logaritmo HPG) y la consanguinidad de los animales se utilizaron las medias de parentesco de los individuos utilizando el método de matriz aditiva (Leizagoyen et al., 2007). A su vez, se relacionó logaritmo HPG, con sexo y edad de los antílopes (cría-adulto).

Las relaciones entre estas variables, fueron analizadas mediante la rutina xtgee (Generalized Estimating Equations), del software STATA 11, que permite analizar si existen diferencias entre las medias cuando se miden variables sobre los mismos animales en intervalos de tiempo, ajustando un modelo GLM (modelos lineales generalizados). La variable de respuesta fue el logaritmo de HPG, esta transformación se realizó debido a la asimetría que presentan los HPG. Las variables independientes incluidas en el modelo fueron edad, sexo y consanguinidad. La edad fue codificada como 0 para los adultos y 1 para las crías y el sexo fue codificado como 0 para el macho y hembra como 1.

7. RESULTADOS

Se realizó conteo de huevos fecales (HPG) de un total de 260 muestras a lo largo del año.

Tabla 1: Medianas de HPG (huevos por gramo) en relación a las diferentes categorías

	Hembra Adulta	Macho Adulto	Hembra cría	Macho cría
MEDIANA	200	300	600	500
DS	427	360	809	1041

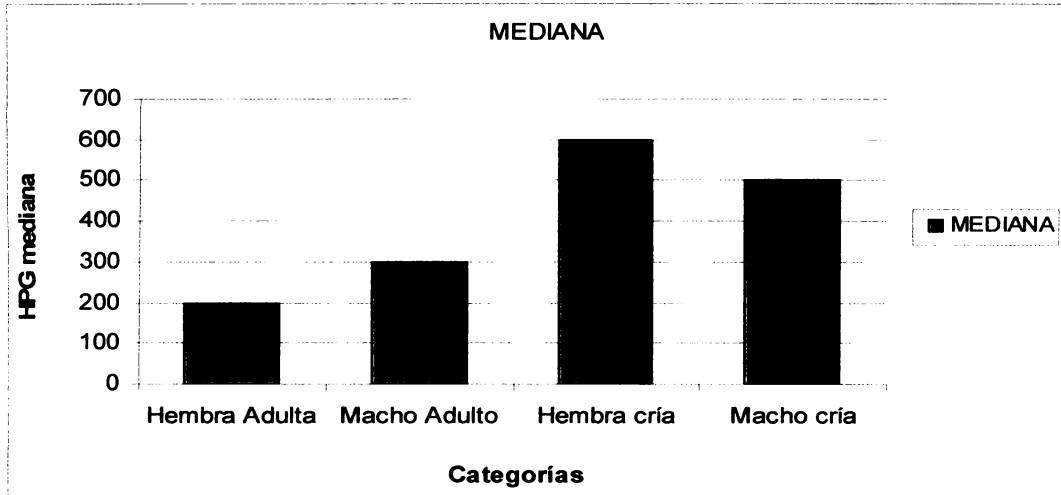


Figura 4: Gráfico que representa las medianas de HPG (huevos por gramo) en relación a las diferentes categorías.

Tabla 2: Valor máximo de HPG (huevos por gramo) en relación a las diferentes categorías

	Hembra Adulta	Macho Adulto	Hembra cría	Macho cría
Valor Máximo	1700	1600	2100	3960

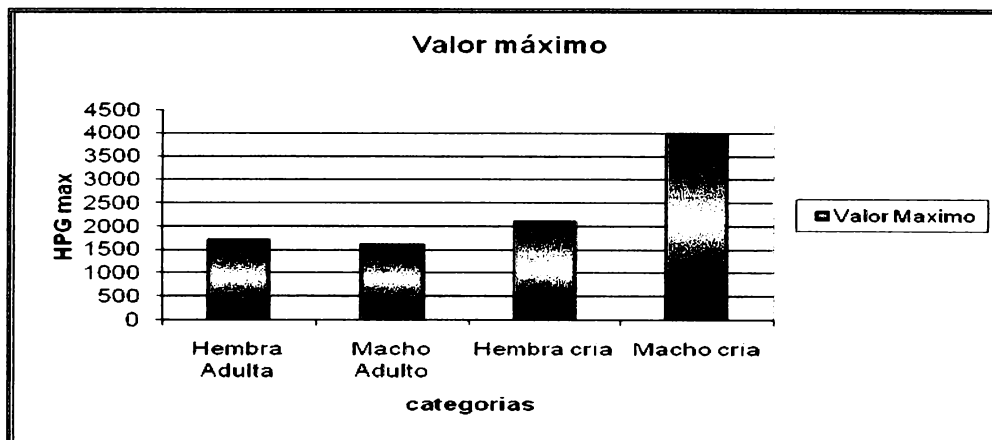


Figura 5: Gráfico que representa valores máximos de HPG en relación a las diferentes categorías

Se vio que en general las hembras no tienen un elevado HPG. Sin embargo, se observó un alza en la carga parasitaria en hembras a partir de dos meses previos al parto.

En machos, se observaron cargas promedio similares a las encontradas en las hembras, aunque en un animal que se mantiene sólo en un pequeño encierro el HPG llegó a un máximo de 2500; al ser albergado en condiciones tan diferentes al resto de los ejemplares, este valor fue despreciado para la elaboración de las tablas 1 y 2.

En las crías las cargas parasitarias fueron muy elevadas, hasta de 3950 HPG, incluso en dos individuos las cargas llegaron a superar los 9000 HPG (estas muestras fueron tomadas de las necropsias antes mencionadas de los animales muertos en julio). Las crías presentaron cuadros recurrentes de diarrea.

Del análisis estadístico de estas muestras se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3: Resultados del análisis xtgee (Generalized Estimating Equations), del software STATA 11

```
. xtgee log_hpg Cons Sexo edad,nolog
```

```
GEE population-averaged model      Number of obs   =   110
Group variable:   identificación   Number of groups =    24
Link:             identity         Obs per group:  min =    1
Family:          Gaussian         avg =    4.6
Correlation:     exchangeable     max =    7
Scale parameter: 6.365325         Wald chi2(3)    =   9.79
                                           Prob > chi2     =  0.0204
```

log_hpg	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Consanguinidad	-.03047	2.252201	-0.01	0.989	-4.444702	4.383762
Sexo	-.7038819	.4627333	-1.52	0.128	-1.610822	.2030586
edad	1.165075	.5687916	2.05	0.041	.0502639	2.279886
_cons	4.796367	.5791539	8.28	0.000	3.661246	5.931487

De la variables independientes solamente la edad resultó significativa ($p=0.041$), dado que para las demás variables los valores p son mayores a 0.05 (5%). (sexo ($p=0.128$) y consanguinidad $p=0.989$).

Las crías evidenciaron una mayor carga dado que el coeficiente es positivo (1.165075).

El comportamiento estacional de los géneros parasitarios, según los resultados de los coprocultivos obtenidos a partir de las muestras de materia fecal se representa en la tabla 4 y figura 6. Se observa para *Haemonchus* sp un

máximo en verano de un 77%, y un mínimo en invierno de 48%. El siguiente parásito en orden de prevalencia es *Trichostrongylus* sp. con un máximo en invierno de 38,6% y un mínimo de 12,3% en verano. Luego, *Ostertagia* sp., fue un 15% de las larvas cultivadas de los muestreos de primavera y otoño. *Cooperia* sp. y *Oesophagostomun* sp. en un porcentaje despreciable, siendo el máximo para *Cooperia* sp. en verano 1,6%.

Estos datos de porcentaje de larvas cultivadas según género dan una idea de cuan contaminadas y con qué género estarían las pasturas, sin embargo no es un reflejo de la relación entre los géneros presentes en el organismo del animal, ya que los géneros parasitarios tienen diferente potencial biótico. Por tanto teniendo en cuenta el potencial biótico de cada género parasitario, se puede observar en la figura 7 cuáles géneros están en mayor número en el hospedero. De esta manera se representaría entonces con mayor aproximación, qué es lo que realmente está sucediendo en el organismo del mismo. Se muestra como el género más importante a lo largo del año a *Trichostrongylus* sp, sobretodo en invierno. *Ostertagia* sp también se encuentra afectando a la población a lo largo del año. *Haemonchus* sp, si bien está presente durante todo el año, la carga parasitaria estimada es menor, sin embargo, no se debe subestimar ya que éste género es muy patógeno.

El género *Trichuris* sp no es tenido en cuenta en estas valoraciones ya que la presencia del mismo no fue evaluada a lo largo de todo el año, sino a partir de julio; para este género se arrojan las siguientes observaciones. Las hembras *Addax*, no se han infestado con el mismo y los machos tienen cargas muy bajas. Ningún macho adulto presentó más de 350 HPG de *Trichuris* sp, sin embargo, este género representa un problema en los animales juveniles, observándose infestaciones importantes de *Trichuris* sp en crías hasta un máximo de 7150 huevos de *Trichuris* sp por gramo de materia fecal (en un animal en estado terminal).

Tabla 4: Relación entre porcentaje de géneros de larvas cultivadas y estación del año

	Haemonchus	Trichostrongylus	Ostertagia	Oesophagostom.	Cooperia
Primavera	58,3	27,3	14,2	0,1	0,0
Verano	77,1	12,3	8,5	1,6	0,5
Otoño	60,4	23,9	15,0	0,0	0,6
Invierno	48,4	38,6	12,2	0,5	0,5

Genero parasitario segun estación

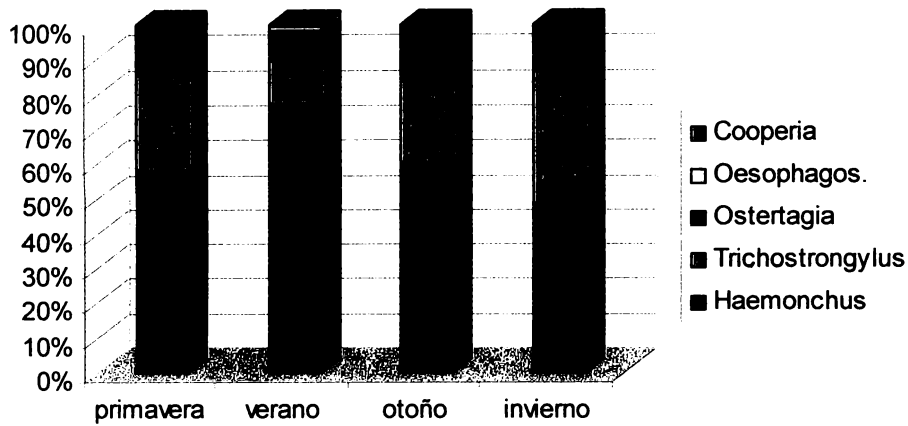


Figura 6: Gráfico que representa la relación entre larvas cultivadas de las muestras por género y estación del año.

Géneros por estación

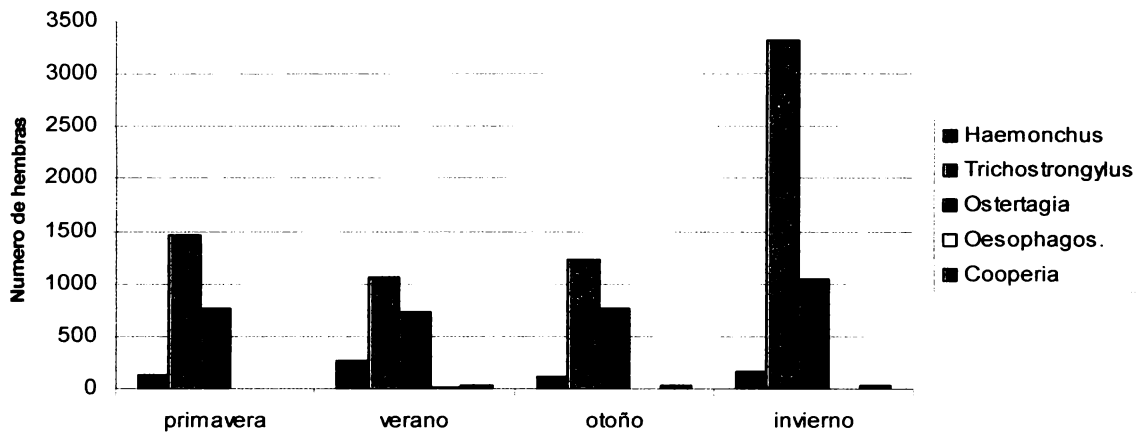


Figura 7: Relación entre el número de hembras parasitarias por género y estación del año.

Con respecto a la efectividad de los fármacos, se evaluaron 34 dosificaciones con Levamisol (Ripercol®, Fort Dodge), observándose demasiadas variaciones y resultados muy erráticos, sólo un 27% de los animales dosificados mostró una eficacia del 100%, donde actuó eficazmente contra *Haemonchus* sp. Mientras que en un 50% de las dosificaciones se vio una eficacia del 50% o menos y en algunos casos una eficacia nula. Además se observó resistencia al Levamisol en *Trichuris* sp y *Trichostrongylus* sp.

Se evaluaron 7 dosificaciones con Doramectina (Dectomax ®, Pfizer), al día 10 posdosificación los HPG mostraron una eficacia casi nula, sin embargo al realizar los cultivos de larvas se observa una gran disminución de larvas de *Trichostrongylus* sp, *Ostertagia* sp y *Oesophagostomum* sp, contrario a esto el número de *Haemonchus* sp obtenido en los coprocultivos fue muy elevado.

Se realizaron 17 dosificaciones con Ivermectina 1% (Ivomec ®, Merial), evaluándose la eficacia al día 10 posdosificación; en un 75% de los individuos dosificados no se obtuvo una eficacia mayor al 75%, siendo en la mayoría de los casos una eficacia menor al 50% o nula. Solamente en dos individuos adultos cuyos HPG eran elevados, superiores a 1150 HPG, se observó una eficacia mayor al 90%.

Un mes luego de dosificados la carga parasitaria se había elevado, no mostrando así gran poder residual.

Al evaluar en 8 animales, la eficacia de la Ivermectina 3,15% (Ivomec Gold ®, Merial) al día 10, se observó una eficacia nula, sin embargo al evaluar el HPG de los animales un mes después de dosificados, se observó disminución de las cargas a 0 HPG en todos los animales evaluados, salvo uno, por tanto presentó una eficacia del 100% para la mayoría de los animales al mes de dosificados.

Al evaluar en 22 ejemplares la eficacia de la combinación Levamisol (Ripercol®) y Doramectina (Dectomax®) se observó una eficacia del 100% contra *Ostertagia* sp, *Oesophagostomum* sp y *Cooperia* sp, Contra *Haemonchus* sp se vio una eficacia menor, pero aun considerable (90%). Respecto a *Trichuris* sp., en la mayoría de los casos se vio un 100% de eficacia, salvo en una cría donde de 600 HPG el día 0, aumentó al día 15 a 1000 HPG.

Luego fueron evaluadas 7 dosificaciones con la combinación Doramectina-Closantel. Al día 10 se ve una buena eficacia para estrongiloideos y *Trichuris* sp. en todos los individuos, salvo en dos crías donde se registró una eficacia del 86% contra estrongiloideos y 85% contra *Trichuris* sp (en los mismos se había observado un 100% de eficacia en la combinación Levamisol-Doramectina). Al mes de la dosificación ya se comenzó a ver un aumento en el HPG de los animales dosificados.

La última combinación evaluada fue Closantel (Zuletel ®, Microsules) - Ivermectina 3,15% (Ivomec Gold ®, Merial) estudiándose el efecto en todos los animales de esta población; a los 15 días posdosificación se observó también una muy buena eficacia para todos los géneros, salvo en las mismas dos crías antes mencionadas. Al mes fue realizado conteo de huevos fecales de un 60% de los individuos, observándose que los HPG continuaron en 0 en todos los individuos a excepción de uno. Ver tabla 5.

Tabla 5: Porcentajes de efectividad de drogas frente a los diferentes géneros según categoría (adulto-cría)

Droga	n	Categ	Eficacia	Haemon.	Trichoastro.	Ostertagia	Oesopha.	Cooperia	Trichuris
Levamisol	34	Adulto	51%	52%	23%	69%	100%	?	52%
		Cría	58%	96%	4%	72%	?	?	25%
Iver 1%	17	Adulto	32%	10%	50%	51%	?	?	?
		Cría	70%	0	0	75%	?	?	?
Iver 3,15% 10 d	8	Adulto	21%	59%	33%	19%	?	50%	
Iver 3,15% 30d	8	Adulto	94 %						
Doramectina	7	Adulto	10%	38%	29%	77%			
		Cría	0%	0	88%	75%			
Dora-LVM	22	Adulto	80%	86%	70%	100%	100%		100%
		Cría	96%	80%	96%	100%	100%		78%
Dora-Closantel	7	Adulto	95%	65%	30%	85%			
		Cría	96%	91%	95%	100%			95%
Iv3,15%-Clo 10d	23	Adulto	97%						
		Cría	92%						73%
Iv3,15%-Clo 30d	23	Adulto	94%						
		Cría	94%						

Otro dato interesante a destacar en materia parasitaria, al margen de los objetivos del estudio, fue el hallazgo de necropsia de *Cysticercus tenuicollis* en varios antílopes y otros rumiantes como venado de campo *Ozotocerus bezoarticus* y guazubirá *Mazama gouazoubira gouazoubira*.

8. DISCUSIÓN

Contrario a lo aseverado por Cassinello y Gomendio (2001), en este estudio no se encontraron diferencias significativas entre la medida de parentesco y el conteo de huevos de parásitos por gramo de materia fecal. Este resultado no es llamativo ya que en el trabajo de Cassinello y Gomendio la medida de parentesco de la población en estudio, variaba de 0,15 a 0,020, mientras que en esta población de *Addax*, existe muy poca variación ya que todos descienden del mismo casal variando sus medidas de parentesco entre 0 - 0,25 y 0,375.

Los géneros que se encontraron parasitando esta población son *Trichostrongylus* sp., como el nematodo de mayor prevalencia, luego *Haemonchus* sp., *Ostertagia* sp., *Oesophagostomum* sp. y *Cooperia* sp. *Nematodirus* sp. y *Trichuris* sp. aparecen muy frecuentemente (sobretudo el último en crías), pero su prevalencia no fue evaluada. Estos hallazgos coinciden en su mayoría con los encontrados por Boomker *et al.* (2000) en tres *Oryx gazella* de vida libre en Sud África, con la salvedad de que dichos autores no registraron ni *Oesophagostomum* sp. ni *Trichuris* sp., encontrando un género diferente a los hallados en el Lecocq, *Agriostomum* sp.

En un estudio realizado por Goossens (2005) con antílopes y gacelas, no se evidenció diferencias en HPG en relación al sexo, de hecho muy pocos machos se encontraban infestados con helmintos. Tampoco encontró correlación positiva entre HPG-edad, estos resultados coinciden sólo parcialmente con el presente trabajo ya que pese a que no fueron encontradas diferencias significativas entre el HPG de machos y hembras ($p > 0.128$), sí son significativas las diferencias entre el HPG de las crías y el de los adultos ($p > 0.041$), por lo cual se podría concluir que existe cierto grado de resistencia a los parásitos a medida que el animal madura. Los más afectados son animales de 3 a 15 meses de edad. Cuando la cría comienza a pastar, al estar en potreros permanentemente contaminados por los antílopes adultos, las infestaciones parasitarias son importantes.

Goossens (2005) no evidenció alza periparto ni en antílopes ni gacelas, sin embargo en este estudio, se observó un aumento en el HPG durante los dos meses previos al parto en la mayoría de las hembras, coincidiendo de esta manera, con los estudios realizados en ovejas y cabras donde la respuesta inmunoprotectora contra la infestación por parásitos gastrointestinales está disminuida durante el periodo periparturiente. Sin embargo en el caso de los *Addax*, luego del parto, aun sin tratamiento antihelmíntico, las cargas disminuyen.

Previo a este estudio nunca se había mencionado el género *Trichostrongylus* como parásito prevalente en la población de *Addax* del parque Lecocq. Posiblemente esto sea debido a que este género por ser de pequeño tamaño es muy fácil pasarlo por alto durante las necropsias de rutina. Además, con las técnicas de Mc Master o Willis utilizadas de rutina en el parque no es posible identificar el género por la morfología de los huevos, necesitando realizar una técnica de coprocultivo para su identificación por L3.

Analizando la distribución estacional de *Trichostrongylus* sp, se observa una importante similitud con lo que acontece en ovinos domésticos. Lo mismo sucede con *Haemonchus* sp.

Las infestaciones por *Haemonchus* sp y *Trichuris* sp pueden ser las causas de los cuadros de anemia en las crías más parasitadas. Mientras que en adultos, no se han observado signos de anemia, claro está que el grado de parasitosis es mucho menor en adultos que en crías. El género *Trichuris* sp afecta gravemente a las crías, no así adultos, puede haber entonces un desarrollo de inmunidad específica contra *Trichuris* sp a medida que el animal madura. *Ostertagia* sp presenta un patrón de comportamiento estacional parecido al de los vacunos domésticos, con mayor prevalencia en otoño – invierno.

Los antihelmínticos utilizados tienen un margen de seguridad aceptable. En la práctica, se utiliza la misma dosis recomendada para rumiantes domésticos, no habiéndose descrito nunca casos de intoxicación. Debido a los pocos estudios de biodisponibilidad y farmacocinética realizados en animales exóticos, la transpolación a partir de los animales domésticos es la única opción, pese a correr riesgos por asumir erróneamente que la farmacocinética y farmacodinamia en los rumiantes domésticos es similar a la de los exóticos. De hecho es sabido que ni siquiera es la misma entre ovinos y caprinos. Por esta razón, siempre debe tomarse cierta precaución al dosificar ungulados exóticos, (Isaza y Kollias, 1999). La baja eficacia de algunos fármacos también puede ser debida a que ocurra una farmacodinamia diferente en el antílope *Addax* a la estudiada en rumiantes domésticos pudiendo existir de esa forma un problema de subdosificación o de biodistribución de la droga.

Cuando los animales fueron dosificados con drogas únicas los resultados no fueron los esperados, sin embargo al combinar diferentes drogas con diferente mecanismo de acción, la eficacia aumentó notablemente. En el caso del Levamisol, se observó poca eficacia contra *Trichuris* sp y *Trichostrongylus* sp, los dos géneros que más gravemente afectan la población, y la eficacia contra *Haemonchus* sp ha tenido respuestas erráticas pero en la mayoría de los casos se vio baja eficacia. De la misma manera, Doramectina como único antihelmíntico no es recomendada, ya que se observó que *Haemonchus* sp no disminuyó luego de la dosificación, sin embargo afecta a *Trichostrongylus* sp, *Ostertagia* sp y *Oesophagostomum* sp. En cambio al realizar una combinación de ambas drogas, se obtienen mejores resultados, llegando a una eficacia del 100% en la eliminación de *Trichostrongylus* sp, *Ostertagia* sp y *Oesophagostomum* sp y un 90% para *Haemonchus* sp. También se vio eficacia del 100% contra *Trichuris* sp (al dosificar con Levamisol solamente no se veía afectado y frente a Doramectina sola no se pudo estudiar ya que los animales dosificados con Doramectina no estaban parasitados por *Trichuris* sp).

Frente a una parasitosis aguda no se recomienda el uso de Ivermectina 3,15% ya que al ser un fármaco de depósito y liberación lenta, recién al mes de la dosificación se ve una disminución de las cargas. Por su parte, la Ivermectina al 1% no mostró eficacia alguna, ni siquiera al mes de la dosificación.

Los géneros encontrados en este trabajo son los mismos que en rumiantes domésticos y es bien conocida la resistencia de estos géneros frente una variedad considerable de fármacos. Aparentemente habría en este caso *Haemonchus* sp resistente a Ivermectina.

Ivermectina 3,15% mostró ser muy efectiva para dosificaciones bimensuales en combinación con Closantel, ya que este último mostró una eficacia de 100% contra los parásitos hematófagos como *Trichuris* sp y *Haemonchus* sp., y gracias al gran poder residual de la ivermectina al 3,15%, las cargas continuaron en 0 hasta dos meses posdosificación. Frente a casos de parasitosis aguda la combinación Doramectina-Closantel, es la recomendada ya que se vio una eficacia del 100% al día diez posdosificación contra todos los géneros (*Trichuris* sp y *Haemonchus* sp, inclusive).

Para poder elaborar un plan de control parasitario integrado donde se combine con las dosificaciones otras estrategias de manejo, es necesario poder realizar rotación de potreros, a potreros libres de larvas o menos contaminados, contribuyendo sustancialmente a la disminución de las cargas parasitarias ya que con el elevado número de HPG que se ha encontrado, lógicamente las pasturas han de estar muy contaminadas, lo que perjudica enormemente a las crías.

Una alternativa a los antihelmínticos podrían ser vacunas o administrar el hongo *Duddingtonia flagrans* a los animales (Saumell y Fernandez, 2000).

9. CONCLUSIONES

Los géneros parasitarios más prevalentes en esta población fueron *Haemonchus* sp y *Trichostrongylus* sp. En crías, el género *Trichuris* sp afecta en gran medida.

Se observó un grado de resistencia a los parásitos a medida que el animal madura.

Se vio un incremento de HPG a partir de 2 meses previo al parto en la mayoría de las hembras. Luego del parto, aun sin tratamiento antihelmíntico, las cargas de HPG disminuyen.

Resulta más efectivo el uso de combinaciones antihelmínticas, ya que cuando son utilizadas individualmente se observa baja eficacia y/o comportamiento errático.

Se recomienda que la población sea continuamente monitoreada mediante conteo de huevos por lo menos dos o tres veces al año y en especial cuando se ven sometidos a situaciones estresantes, antes o después de traslados, durante el estro o periparto u otros factores que conlleven a estrés. Es indispensable realizar técnicas de conteo de HPG (McMaster) para el monitoreo de niveles de infestación e identificación de animales problema.

El control de la eficacia de un antihelmíntico a utilizar como rutina, no solo reduce el uso de drogas inefectivas sino que evalúa la seguridad de la dosis elegida además de ser un buen método para detectar con antelación el desarrollo de resistencia antihelmíntica.

Surgen de este trabajo las siguientes recomendaciones para el manejo de esta población:

Realizar monitoreo mensual de HPG mediante la técnica de McMaster en crías (utilizando Sulfato de Magnesio) y al resto de la población con intervalo bimensual (especial control en hembras gestantes). Tener en cuenta uso combinado de drogas, comenzando a dosificar crías a partir de que dejan de ser exclusivamente lactantes y utilización de comederos para reducir el contacto con pasturas contaminadas.

Teniendo en cuenta que a nivel mundial, hay tan pocos trabajos en materia de parasitología sobre esta especie, son de gran valor todos los datos revelados por este estudio. Evidentemente, es necesario continuar investigando en este tema ya que de este estudio, han surgido muchas interrogantes. También resulta fundamental realizar un monitoreo de las nuevas medidas de manejo recomendadas a partir de este trabajo.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anziani O. S., Fiel C. A. (2004). Estado actual de resistencia antihelmíntica (nematodos gastrointestinales) en bovinos de la Argentina. *Veterinaria Argentina* 21:122-123.
2. Armour J.; (1974) Parasitic gastroenteritis in cattle. *Veterinary Record*, 95: 391-395.
3. Boomker J., Horak I. G., Watermeyer R., Booyse D. (2000). Parasites of South African wildlife. XVI. Helminths of some antelope species from the Eastern and Western Cape Provinces. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 67:31-41.
4. Boyce W., Allen J., Himmelwright C., Elliott L., Mikolon A., Mazet J., Gardner I. (1991). Implementation and evaluation of a strategic parasite control program of captive exotic ungulates. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 198: 1972-1976.
5. Brown H. (1961). Antiparasitic drugs (2-4- Thizolyl)- benzimidazole, a new anthelmintic. *Journal of the American Chemical Society* 83: 1764-1765.
6. Campbell W. (1990). Benzimidazoles veterinary use. *Parasitology Today* 6:130-133.
7. Cao Y. F., Jian Ping S., Tong Zuo Z., Xin Ming L. (2006). Parasitic helminth eggs in the feces of Tibetan Antílope. *Chinese Journal of Zoology* 41:91-93.
8. Caracostangolo J., Castaño R., Cutulle Ch., Cetrá B., Lamberti R., Olaechea F., Ruiz M., Schapiro J., Martinez M., Balbiani G., Castro M. (2005). Evaluación de la resistencia a los antihelmínticos en rumiantes en Argentina. En: *FAO, Producción y Sanidad Animal*,

Resistencia a los antiparasitarios internos en la Argentina, Roma, pp. 7-34.

9. Cassinello J. M., Gomendio E. R. (2001). Relationship between coefficient of inbreeding and parasite burden in endangered gazelles. *Conservation Biology*, 14: 24-26.
10. Chabala J. (1980). Ivermectin a new broad- spectrum antiparasitic agent. *Journal of Medical Chemistry* 23:1134-1136.
11. Church N. W. (1986). Gastro-intestinal nematodes in captive roan and sable antelope. *Veterinary Record* 119: 406–407.
12. Claerebout E., Smith W. D., Pettit D., Gedhof P., Raes S., Geurden T., Vercruyse J. (2005). Protection studies with a globin-enriched protein fraction of *Ostertagia ostertagi*. *Veterinary Parasitology* 128: 299-307.
13. Coles G. C., Borgsteede F. H., Geerst S., Klei T. R. y Taylor M. A. (1992). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodos of veterinary importance. *Veterinary Parasitology* 44:35-44.
14. Courtney C. H., Kollias G. V. (1985). Managment concepts for control of endoparasitism in exotic ungulates. *Avian Exotic Practice* 2:13-17.
15. Craig T. M. (1993). *Longistrongylus curvispiculum* (Nematoda: Trichostrongyloidea) in free-ranging exotic antelope in Texas. *Journal of Wildlife Diseases*, 29:516–517.
16. Diez Baños N., Hidalgo-Argüello M. R. (2006), Análisis del estado parasitario de Rumiantes Silvestres en el Norte de Castilla León. Congreso Internacional de la Federación Mediterranes de Sanidad y

17. Ezenwa V. O. (2004). Selective defecation and selective foraging: antiparasite behavior in wild ungulates?. *Ethology, International Journal of Behavioural Biology*, 110: 851-862.
18. Fiel C., Steffan P. (1994). Epidemiología de los nematodos gastrointestinales en la Pampa húmeda. En: Nari A, Fiel C .Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos, Montevideo, Hemisferio Sur pp: 66-94.
19. Flach E. J., Sewell M. H. (1987). Gastro-intestinal nematodiasis in blackbuck (*Antelope cervicapra*) at Edinburgh Zoo. *Journal of Zoo Animal Medicine*. 18: 56–61.
20. Gagliardi F., Villagran M., Modernell A., Leizagoyen C., Tavares E., Correa O. (2005). Hallazgos de helmintos gastrointestinales en *Addax nasomaculatus* en el Zoológico Parque Lecocq. Congreso Nacional de Medicina Veterinaria “Dr Luis Queirolo Monteverde” VIII; Congreso de Veterinarios Especialistas en Pequeños Animales (SUVEPA) V; Montevideo, Uruguay.
21. García C., Valcarcel F., Olmeda S., Corchero J., Rojo F. (2000). Diagnóstico ante mortem: Análisis coprológico, de la hierba y hemático. *Ovis*. 70: 23-42.
22. Geldhof P., Whitton C., Gregory W. F., Blaxter M., Knox D. P. (2005). Characterisation of the two most abundant genes in the *Haemonchus contortus* expressed sequence tag dataset. *International Journal for Parasitology* 35: 513-522.
23. Geraghty V., Mooney J., Pike K. (1982). A study of parasitic infections in mammals and birds at the Dublin Zoological Gardens. *Veterinary Research Communications* 5: 343–348.

24. Goossens E. (2005). A 12-month survey of the gastro-intestinal helminths of antelopes, gazelles and giraffids kept at two zoos in Belgium. *Veterinary Parasitology* 127:303–312.
25. Gorman T. R., Riveros V., Alcaino H. A., Salas D. R., Thiermann E. R. (1986). Helminthiasis and toxoplasmosis among exotic mammals at the Santiago National Zoo. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 189:1068–1070.
26. Haltenorth T., Diller H. (1980). A field guide to the mammals of Africa, including Madagascar. William Collins Sons & Co, Londres. 398 p.
27. Isaza R., Courtney C. H., Kollias G. V. (1990). Survey of parasite control programs used in captive wild ruminants. *Zoo Biology* 9:385-392.
28. Isaza R., Kollias G. V. (1999). Designing a Trichostrongyloid Parasite Control Program for Captive Exotic Ruminants. En: Fowler M. E.; Miller E. *Zoo and Wild Animal Medicine*, 4^{ta} ed., Filadelfia, W.B. Saunders Company, pp.596-597.
29. IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (1993), IUDZG-The World Zoo Organization and The Captive Breeding Specialist Group of IUCN/SSC. *The World Zoo Conservation Strategy; The role of the Zoo and Aquaria of the World in Global Conservation*. Disponible en: <http://www.brookfieldzoo.org/pagegen/inc/WCZS.pdf>. Fecha de consulta: 20 de marzo 2010.
30. IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (2009). Antelope Specialist Group. One fourth of antelope species are threatened with extinction in the world; press release, 06 February 2009. Disponible en: http://cmsdata.iucn.org/downloads/antelope_report.pdf/. Fecha de consulta: 16 de enero 2010.

31. Kingdon J. (1997). The Kingdon field guide to African mammals. Academic Press. Londres, 450 p.
32. Kirkwood J. K., Gaskin C. D., Markham J. (1987). Perinatal mortality and season of birth in captive wild ungulates. *Veterinary Record*, 120: 386–390.
33. Koebner L. (1994). Zoo Book: The Evolution of Wildlife Conservation Centres. Nueva York, Ed. Forge, 192 p.
34. Krausman P. R., Casey A. L. (2007). *Addax nasomaculatus*, En: Mammalian Species, American Society of Mammalogists, 1-4.
35. Lacey E. (1990). Mode of action of benzimidazoles. *Parasitology Today* 6:112-115.
36. Lanusse C E (1994). Bases Farmacológicas de la Terapéutica Antihelmíntica. En: Nari A, Fiel C .Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos, Montevideo, Hemisferio Sur pp: 33-65
37. Leizagoyen C., Tavares E., Modernell A. (2007). Manejo poblacional y sanitario de Addax (*Addax nasomaculatus*) en el Zoológico Parque Lecocq. Congreso de la Asociación Latinoamericana de Parques Zoológicos y Acuarios, XIV, Sao Paulo, Brasil.
38. Lehane L. (1981). Dung pats an cattle Worms. *Rural Research CSIRO Quarterly* 112: 30-31.
39. Levine N. D. (1963). Weather, climate and bionomics of ruminants nematode larvae. *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine* 8:215-261.

40. Martin P. J., Le Sambre L. F., Claxton J. H. (1981). The impact of refugio on the development of thiabendazole resistance in *Haemonchus contortus*. *International Journal for Parasitology* 11: 35-41.
41. Mc Kenna P. B. (1996). Potential limitation of the undifferentiated faecal egg count reduction test for the detection of anthelmintic resistance in sheep. *New Zealand Veterinary Journal* 44:73-75.
42. Nari A., Risso E. (1994). Epidemiología y control de nematodos gastrointestinales. En: Nari A, Fiel C, Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur pp.:154-201.
43. Nari A., Fiel C. 1999 Enfermedades Parasitarias de importancia económica en bovinos, Montevideo Uruguay Editorial Hemisferio Sur, 519 p.
44. Nowak R. M. (1991) *Walker's Mammals of the World*, 5^a ed. Baltimore, Maryland, EUA. The Johns Hopkins University Press. 1629p.
45. Papadopoulos E., Himonas C., Colin G. C. (2001). Drought and flock isolation may enhance the development of anthelmintic resistance in nematodes. *Veterinary Parasitology* 97: 253-259.
46. Polakowski K. (1987) *Zoo Design: The Reality of Wild Illusions*. Ann Arbor: The University of Michigan, Michigan, School of Natural Resources.
47. Prichard R. K. (1980). The problem of anthelmintic resistance in nematodes. *Australian Veterinary Journal* 56: 239-251.

48. Roberts J. A., Fernando S. T. (1990). The significance of gastrointestinal parasites of Asian buffalo in Sri Lanka. *Veterinary Research Communications*. 14: 481–488.
49. Romero J., Boero C., Vázquez R., Aristizabal M. T., Baldo A. (1998). Estudio de la resistencia a antihelmínticos en majadas de la mesopotamia Argentina. *Revista de Medicina Veterinaria*, Buenos Aires, 70: 342-346.
50. Rose J. H. (1962). Further observation on the free living stages of *Ostertagia ostertagi* in cattle. *Journal of Comparative Pathology* 72: 11-18.
51. Saumell C., Fernandez A. (2000). Hongos nematófagos para el control biológico de nematodos parásitos de rumiantes. *Revista de Medicina Veterinaria*, Buenos Aires, 81: 270-273.
52. Saumell C., Fusé L., Iglesias L., Steffan P., Fiel C. (2005). Alternativas adicionales al control de nematodos gastrointestinales en animales domésticos. En: *FAO Resistencia a los antiparasitarios internos en Argentina*, Roma, pp.: 80-84.
53. Smith G., Grenfell B. T., Isham V., Cornell S. (1999). Anthelmintic resistance revisited: underdosing, chemoprophylactic strategies and mating probabilities. *International Journal for Parasitology* 29: 77-91.
54. StataCorp. 2009. *Stata: Release 11. Statistical Software*. College Station, TX: StataCorp LP.
55. Steffan P. E., Fiel C. A., Samuell C. A., Fusé C. A., Iglesias L. E. (2005). El uso de antihelmínticos en los programas de control y el riesgo potencial de resistencia. En: *FAO Resistencia a los antiparasitarios internos en la Argentina* pp.: 85-94.

56. Van Wyk J. A. (2001). Refugia – overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 68: 55-67.
57. Williams J. C., Bilkovich F. R., (1973). Distribution of *Ostertagia ostertagi* infective larvae on pasture herbage. *American Journal of Veterinary Research*, 34 (10): 1337-1334.
58. Young R., Anderson N. (1981). The ecology of the free-living stages of *O. ostertagi* in a winter rainfall region. *Australian Journal of Agricultural Research* 32: 371-388.